

Das Krankheitsbild der Trichterbrust
mit besonderer Berücksichtigung der Frage
der Erfolgsaussichten
einer operativen Behandlung

von

HANS LEHNER

1960

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. R. Zenker

Das Krankheitsbild der Trichterbrust mit besonderer
Berücksichtigung der Frage der Erfolgsaussichten
einer operativen Behandlung.

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von
Hans L e h n e r
aus
N ü r n b e r g

München 1960



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Prof. Dr. R. Zenker
Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Eyer

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Dezember 1960

An dieser Stelle möchte ich besonders Herrn Prof. Dr. R. Zenker für die Überlassung des Themas und für die Möglichkeit, an der Chirurgischen Universitätsklinik München arbeiten zu können, bestens danken. Gleichzeitig möchte ich aber nicht versäumen, auch Herrn Dr. F. Rueff für die freundliche Beratung und Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit meinen Dank auszusprechen.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554020_0027

In Dankbarkeit meinen Eltern gewidmet.

Geschichte.

In den letzten 50 Jahren hat das Interesse an dem anatomisch-klinischen Bild der Trichterbrust und deren operativer Beseitigung immer mehr zugenommen. Die Geschichte der Trichterbrust geht bis zum Ende des 16. Jahrhunderts zurück. 1594 war es Johann Bauhinus, der diese Form der Thoraxmissbildung erstmalig bei einem Jungen beschrieb (6, 15, 28). Im Anschluss an diese Veröffentlichung findet sich viele Jahre nichts mehr in der Literatur über ein gleichartiges Krankheitsbild. Erst 1860 beschreibt der Franzose Woillez wieder die typische Erscheinungsform der Trichterbrust (15). Im gleichen Jahr erscheint im "Gazette de hopitaux" eine ähnliche Beschreibung (9). In dieser Arbeit taucht das erstemal der Vergleich der Deformierung mit einem Trichter auf.

1882 wird durch die sehr ausführliche Arbeit von W.Ebstein "Über die Trichterbrust" der Name der Trichterbrust eingeführt (6). 1911 wird die erste Trichterbrustoperation von L.Meyer durchgeführt (6, 15, 28). Es handelte sich um einen 16-jährigen Jungen, der an Tbc. erkrankt war und stark an Atemnot litt. L.Meyer resezierte das 2. und 3. Rippenknorpelpaar auf eine Länge von 2 1/2 cm, da er einen Zusammenhang der Tbc. mit der Deformität vermutete. Da der Erfolg nur vorübergehend war, wurde auch der 4. bis 6. Rippenknorpel nachreseziert. 10 Jahre später bestand bei diesem Patienten aber trotzdem eine Aorteninsuffizienz und Stauungsleber. Man hielt das für eine Folge einer durch die Trichterbrust bedingten Herzschädigung und Herzüberlastung (15).

Einige Jahre später führte Sauerbruch die gleiche Operation in etwas grösserem Umfang durch; er resezierte die Knorpel der 3. bis 9. Rippe und einen Teil des Sternums (6).

1927 beschreibt Hoffmeister den Versuch Lexers, das Sternum umzudrehen, was aber nicht gelang, da die Rippen nach der Durchtrennung soweit auseinandergewichen waren, dass eine Vereinigung unmöglich war (14, 16).

In den folgenden Jahren werden nun immer neue Operationsmethoden entwickelt, auf die aber später unter "Operationstechnik" näher eingegangen werden soll. Besonders zu erwähnen ist hier nur Brown, der in seiner Arbeit von 1939 zwei grundlegende Operationsmethoden beschreibt: einen kleinen, weniger radikalen Eingriff für Kinder und eine grössere, ausgedehnte Resektion für Erwachsene (5).

Definition, Häufigkeit und Verteilung auf die

Geschlechter (Literatur).

Bei der Besprechung der Behandlung der Trichterbrust taucht als Erstes die Frage auf: was ist das Wesen der Trichterbrust und wodurch ist sie verursacht?

Die Trichterbrust ist eine Deformität der vorderen Brustwand. Äusserlich sieht man im Bereich der vorderen Brustwand eine mulden- oder trichterförmige Einziehung des Sternums und der angrenzenden Rippenteile nach dorsal (15, 17, 30, 31). Dabei kann das caudale Ende des Sternums bis auf wenige Zentimeter den Wirbelkörpern genähert sein, der Processus ensiformis kann sogar direkt den Wirbelkörpern anliegen (22, 36, 37). Das craniale Ende des Sternums, das Manubrium, ist meist an der Deformierung nicht mitbeteiligt (14, 15, 17). Die Deformität kann symmetrisch oder asymmetrisch sein (15, 20, 21). Lester hält die Linksasymmetrie für seltener als die Verziehung nach rechts, während Henschen der Ansicht ist, dass sich bei asymmetrischen Trichterbrüsten der Trichtergrund häufiger nach links verschiebt.

Es gibt auch noch eine andere Deformierung der vorderen Brustwand, die der Trichterbrust sehr ähnlich ist: es ist die Mulden- oder Rinnenbrust. Einige Autoren sind der Ansicht, dass es sich bei dieser Form der Thoraxdeformität um eine schwächer ausgebildete Trichterbrust handelt (14, 36). Henschen und Naegeli unterscheiden dagegen genau zwischen Trichterbrust und Rinnenbrust, wobei bei letzterer ein einfaches Tieferliegen des Sternums besteht.

Auch gehen die Ansichten über die Abgrenzung und Trennung zwischen eben noch physiologischen und pathologischen Erscheinungsbildern in der Literatur auseinander. Ochsner z.B. ist der Ansicht, man sollte erst ab einer Tiefe von mehr als 7 cm von Trichterbrust sprechen, während Stich und Bauer die maximale Tiefe des Trichters mit 6 - 7 cm angeben. Platzgummer geht von einer anderen Grössenbestimmung aus und schreibt, dass bei ausgesprochener Trichterbrust das Flüssigkeits-Fassungsvermögen des Trichters 40 - 50 ccm übersteigen müsse.

Aus diesen Gründen der mangelhaften Abgrenzung ist es verständlich, dass die Häufigkeit mit den zur Verfügung stehenden Literaturangaben nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen ist. So findet sich maximal eine Häufigkeit von 2,3% (44) bis 3,5% (18). Ochsner dagegen hat die Grenzen enger gezogen; er gibt eine Häufigkeit von 0,059% an. Lindskog und Felton kommen mit 0,06% zum gleichen Ergebnis.

Die Angaben über die Verteilung nach Geschlechtern differieren ebenso. Lester nimmt anhand seiner Untersuchungen eine gleichmässige Verteilung an. Henschen und Naegeli geben aufgrund der von ihnen bearbeiteten Literatur ein "eindeutiges Überwiegen" der Männer an. Wegmann und Schaub kamen aufgrund ihrer Beobachtungen zu dem gleichen Ergebnis, stellen dieses aber mit Vorbehalt zur Diskussion, da ein grosser Teil ihrer Patienten aus Reihenuntersuchungen von Soldaten und Studenten stammte. Von Clumsky (9) wurde demgegenüber ein Überwiegen des weiblichen Geschlechtes mit dem Ergebnis seiner eigenen Untersuchungen begründet (1 Mann, 4 Frauen). Im übrigen sind in den meisten Veröffentlichungen keine Angaben über Häufigkeit und Verteilung gemacht, da die Zahl der von den einzelnen Autoren überblickbaren Fälle fast immer zu klein ist, sodass keine allgemein gültige Aussage möglich ist.

Ätiologie.

Die Frage der Entstehung der Trichterbrust ist umstritten, seit man sich für diese Deformität interessiert. Auch heute ist man

sich noch nicht endgültig über ihre Genese einig, vor allem nicht über die primären Faktoren dieser Genese.

Schon Johann Bauhinus hat sich 1594 zur Frage der Genese geäußert; es wird in seiner Arbeit auf ein hereditäres, familiäres Vorkommen hingewiesen. Obwohl viele andere Theorien entstanden sind, ist man doch auch heute meist wieder der Ansicht, dass die Trichterbrust ein angeborenes Leiden ist (3, 14, 22, 23, 24, 37).

Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang die Zusammenstellung aller bis 1939 in der Literatur beschriebenen Fälle von Ochsner und de Bakey (28), bei denen bis auf einen Fall (Alexander 1931, Entstehungsursache der Trichterbrust sei ein Trauma) die Deformität bei allen als ein kongenitales Vitium bezeichnet wird. Durch Familienuntersuchungen konnte festgestellt werden, dass sich die Anlage manchmal dominant und manchmal rezessiv vererben kann. (9, 15, 17, 36).

Diese Ansicht wird durch die Tatsache unterstützt, dass die Trichterbrust häufig als Teilsymptom schwerer, meist erheblicher Systemerkrankungen auftritt. In diesem Zusammenhang werden der Marfansymptomenkomplex mit Arachnodaktylie, Trichterbrust, Kyphose, Skoliose (17, 25, 28) und Intelligenzdefekt (9) ebenso wie der Status dysraphicus mit Spina bifida (17), Trichterbrust und Kyphoskoliose in der Literatur angeführt. Noch andere Missbildungen wurden zusammen mit der Trichterbrust gefunden: Kryptorchismus, verkürzte Beine, angeborene Luxation, Klumpfuß, Muskelanomalien, Gehirnnervenschwächen wurden genannt (14, 15, 17, 22, 23, 24).

Andere Autoren wie Wegmann und Schaub (44) konnten kein eindeutiges, familiäres Vorkommen bei ihren Patienten finden.

Auch unsere Patienten wiesen bis auf eine Ausnahme keine positive Familienanamnese auf.

Wie kommt es nun zur Ausbildung der Trichterbrust und worin bestehen die angeborenen Missbildungen, die zur Manifestation dieser Deformierung führen ?

Dabei kommen vor allem Veränderungen oder Missbildungen des knöchernen Skeletts oder der Muskulatur in Frage. Im besonderen sind dabei das Sternum, die Rippen und das Zwerchfell

gemeint. G. Bien (2) nimmt eine Hemmungsmissbildung des Sternums an. Es soll während der embryonalen Entwicklung zwischen Sternum und Rippen eine Niveaudifferenz von ca 1 cm bestehen, die sich aber nach kurzer Zeit wieder ausgleicht (15). Wenn dieser Zustand aber fortbesteht, so könne es zur Ausbildung einer Trichterbrust kommen.

Die Vermutung, dass es sich um ein verlangsamtes Wachstum des Sternums handelt (11, 43), wurde durch die Untersuchungen von Versé (40) widerlegt, der nachwies, dass bei Trichterbrustkranken meist ein besonders langes Sternum bestehe.

Eine abnorme Weichheit der Rippen zusammen mit einem übermässigen Längenwachstum kann wohl weniger eine Trichterbrustbildung auslösen, vielleicht aber doch eine schon bestehende, leichte Deformierung vergrössern (32).

Lindskog und Felton (24) halten die Trichterbrust nicht für eine primäre Knochendeformität, sondern sehen darin eine Störung im neuro-musculären und musculo-skelettalen Gleichgewicht. Man dachte dabei an abnorme Innervation oder an veränderte Ursprungs- und Ansatzstellen der Muskulatur, die dadurch veränderte Funktionen aufweist bzw. ihrer zugeordneten, normalen Aufgabe nicht gerecht werden kann.

Muskelatrophien und progressive Myopathien werden als Entstehungsursache angeführt (5, 9, 15, 28). Die Verfasser denken dabei besonders an eine Schwäche der Bauchmuskulatur (Rectus abdominis). Gerade bei trichterbrustkranken Kindern sei der Bauch infolge zu schlaffer Bauchdecken häufig vorgerieben. Auch die Pectoralis-Muskulatur und der Serratus lateralis können bei einer Schwäche den Brustkorb nicht genügend weiten. Dadurch kann es ebenfalls zum Einsinken der vorderen Brustwand kommen.

Die Missbildungen des Zwerchfells und seiner Ansätze am Sternum wurden schon von Johann Bauhinus genannt (6), der schon damals an einen übermässigen Zug des Zwerchfells am Sternum nach dorsal dachte. Dass diese Möglichkeit besteht, beweist Lange durch die Beschreibung eines Muskelmannes, der in der Lage war, durch willkürliche Kontraktionen der

Pars sternalis des Zwerchfells eine Trichterbrust von beliebiger Tiefe zu erzeugen.

Auch hat man die Beobachtung gemacht, dass bei forcierter Atmung und gleichzeitigem Zuhalten der Nase die vordere Brustwand bzw. der schon bestehende Trichter nach einwärts gezogen wird. Daraus schloss man, dass das Zwerchfell, das hier durch die Unmöglichkeit einer Inspiration am Tiefertreten gehindert ist, einen nicht unerheblichen Zug auf das Sternum ausüben kann. Im grossen und ganzen ist man auch heute noch der gleichen Ansicht, was den Zug nach dorsal betrifft; nur über die Art und die Ursachen des Zuges sind die Meinungen geteilt. Die Forschungen der Amerikaner Nowak und Brown (5) waren grundlegend für die heute fast allgemein gültige These: Sie beschreiben in ihren Arbeiten das Ligamentum substernale, eine Fortsetzung der Linea alba bis an die Hinterfläche des Sternums, also bis an die Membrana sterni, mit starken, derben, kollagenen Fasern zwischen Sternum und Centrum tendineum des Zwerchfells (4, 5, 6, 20, 27, 44). Abnorme Kürzung und Verstärkung dieser Bänder sind nach Brown (5) der Grund für die Einziehung des Sternums. Die Ursache für eine derartige übermässige Entwicklung des Lig. substernale ist wohl wie schon oben erwähnt eine embryonale Entwicklungsstörung zu einem Zeitpunkt, wo sich Zwerchfell, Mediastinum, Pericard und Pleurahöhle von einander differenzieren (4). Der Gleitraum hinter dem Sternum ist dadurch verlötet (3). Viele Autoren schliessen sich dieser Meinung an (4, 5, 6, 22, 27, 44). Das Ligamentum substernale wurde aber von verschiedenen Operateuren nicht gefunden (13, 14): diese lehnen deshalb das Band in der Definition von Brown als Entstehungsursache der Trichterbrust ab.

Trotzdem bleibt auch in deren Theorie der Zug am Sternum durch das Zwerchfell ausschlaggebend, nur wird er nicht durch das Lig. substernale sondern durch auffallend derbe Züge ausgeübt, die alle am caudalen Ende des Sternums ansetzen. Es sind dies besonders: vordere und hintere Rektusscheide, das Perichondrium der Rippenknorpel, die Interkostalgebilde V - VIII, musc. transversus thoracis und abdominis. Diese Stränge müssen in erster Linie bei einer Operation durchtrennt werden (14).

Häufig wird die Trichterbrust in der Literatur als Folge angeborener bzw. frühzeitig post partum entstehender Krankheiten angesehen. Man kann sie in diesen Fällen als erworben bezeichnen. Eine wichtige Rolle spielte vor allem die Rachitis (9, 18, 26). Man nahm an, dass ein bei Rachitis abnorm weiches Sternum leicht durch den bei der Einatmung entstehenden Unterdruck im Thorax-Inneren und den dadurch stärker wirkenden äusseren Luftdruck nach einwärts verlagert werden kann. In diesem Zusammenhang hat man auch an eine foetale Rachitis, also an eine Rachitis " in utero " gedacht, die für die Entstehung einer Trichterbrust ausschlaggebend sein könnte.

Wieland (15) hat aber durch seine Untersuchungen bewiesen, dass es eine solche foetale Rachitis nicht gibt. Rachitis als genetischer Faktor der Trichterbrust wird heute auch von der Mehrzahl der Autoren abgelehnt, da die bei Rachitis entstehende Thorax-Deformität erfahrungsgemäss fast immer eine Hühnerbrust ist (5, 11, 28, 32, 40). Nur in ganz seltenen Fällen könne es nach Henschen infolge dieser Vitamin D- Mangelkrankheit zur Ausbildung einer trichterbrustähnlichen Deformierung kommen, die aber von der "echten" immer angeborenen Trichterbrust unterschieden werden müsse.

Genau wie die Rachitis wurde auch verschiedentlich die Lues für die Entstehung einer Trichterbrust verantwortlich gemacht (29). Platzgummer (36) bestreitet das, da bei Lues eher eine Engbrust und keine Flachbrust auftritt. Pericarditis, Mediastinitis, schrumpfende Drüsentuberkulosen werden auch als Ursache für Trichterbrustbildung bei Erwachsenen genannt (9, 15, 28, 36). Es soll dabei aufgrund bindegewebig-schrumpfender Prozesse, z.B. bei der bindegewebigen Ausheilung einer Mediastinitis zu Verklebungen mit dem Sternum kommen, sodass dieses langsam nach einwärts gezogen wird.

Als weitere Möglichkeiten für die Entstehung der Trichterbrust hat man auch an eine Störung oder Behinderung der Atemtätigkeit gedacht (14, 25, 36). Aus dem oben schon geschilderten Versuch der Inspiration bei zugehaltener Nase kann man ebenso folgern, dass auf Grund einer inspiratorischen Hemmung, wie grosse Tonsillen oder Struma, das Sternum auch durch ein völlig normal

ausgebildetes Zwerchfell nach hinten gezogen werden kann. Ob nun grosse Tonsillen oder eine Struma wirklich ausschlaggebend sein können für die Entstehung einer Trichterbrust oder nicht, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden.

Lester (19) konnte durch einen Intubationsversuch die Einziehung nicht beheben. Lindskog und Felton (23) haben einen Kehlkopfstridor durch Postikuslähmung als Atemhemmnis und Entstehungsursache der Trichterbrust angeführt.

Auch wenn die Bedeutung eines Atemhemmnisses für die Ausbildung einer Trichterbrust nicht die alleinige Ursache ist, sollte man doch ein solches Hindernis vor der Operation beseitigen (19, 36).

Aber auch durch eine reine Fehlsteuerung der Atemtätigkeit kann es zur Ausbildung einer Trichterbrust kommen. Platzgummer (36) hält z.B. einen überwiegend costalen Atmungstyp für ausreichend um die Entwicklung im Sinne einer Trichterbrustbildung zu fördern. Es komme dabei zu einer Vergrößerung der unteren Thoraxapertur und damit zu einer relativen Zwerchfellverkürzung.

Als letzte Möglichkeit soll noch folgende Entstehungstheorie angeführt werden. Man dachte an eine rein mechanische Entstehung durch ein Trauma, entweder durch Einwirkungen von aussen auf den schwangeren Uterus oder aber durch eine abnorme Lage des Kindes; durch einen lagebedingten Druck des Kinns oder eines Knies auf das Sternum kann es zur Eindellung der vorderen Thoraxwand kommen.

Diagnostik der Trichterbrust und klinisches Bild.

Die Diagnose der Trichterbrust an sich ist verhältnismässig einfach. Sie kann meist schon auf Grund der Inspektion allein gestellt werden (23, 24). Schwieriger sind die durch die Trichterbrust sekundär hervorgerufenen Beschwerden, die leicht zu Fehldiagnosen Anlass geben können (1, 19) z.B. Mitralvitium als Differentialdiagnose bei vorhandenem Systolikum. Auf Grund des Studiums der Literatur erscheinen zur Diagnose der Trichterbrust und ganz besonders für die später zu besprechende, entscheidende Frage der Operabilität folgende Untersuchungen allgemein üblich und unbedingt erforderlich.

A. Anamnese:

- 1) Familienanamnese
- 2) Eigenanamnese

B. Befund:

- 1) Allgemeinbefund und äussere Erscheinung
- 2) Thorax- und Trichterform mit Messung der Trichtertiefe
- 3) Herzbefund:
 - a) Auskultation und Perkussion
 - b) Röntgenbild und Durchleuchtung
 - c) EKG
- 4) Lungenbefund:
 - a) Auskultation und Perkussion
 - b) Vitalkapazität
- 5) Laborbefunde:
 - a) Blutsenkung
 - b) Blutbild, weiss und rot.

Eventuell ist dazu bei der Untersuchung des Herzens in unklaren Fällen zur Klärung der Differential-Diagnose eine Untersuchung mit dem Herzkatheter nötig. Das Bestehen einer Trichterbrust an sich aber ist nach Ansicht der Chirurgischen Universitätsklinik München keine ausreichende Indikation für diese Untersuchungsmethode.

Hat man diese Untersuchungen alle ausgewertet, so lässt sich sowohl über die Grösse der Trichterbrust als auch über ihren Einfluss auf die Organfunktionen ein einigermaßen genaues Bild gewinnen, aus dem sich Schlüsse über evt. Therapie-Notwendigkeiten absehen lassen.

Bei der Betrachtung des klinischen Bildes soll hier versucht werden, anhand der Literatur ein möglichst umfassendes Bild eines Patienten mit Trichterbrust ganz allgemein zu geben.

A. Anamnese

1. Familienanamnese

Wie schon oben berichtet (Ätiologie), sind beim Erheben der Familienanamnese die Ergebnisse recht unterschiedlich. Man

sollte diesen Punkt bei den Patienten aber möglichst genau und gründlich erforschen, wenn sich auch oft kein positives Ergebnis ergibt. Zahlenangaben über diesen Punkt sowie über andere gehäuft auftretende Missbildungen haben sich in der Literatur keine gefunden.

2. Eigenanamnese

In der Mehrzahl der Fälle ist die Deformität der Trichterbrust ein angeborenes Leiden d.h. die Deformität wird schon bei Geburt oder zumindest in den ersten Wochen danach sichtbar (9, 16, 17, 23, 24, 27, 30, 31). Dabei bestehen aber durchaus nicht bei allen Patienten deutliche Beschwerden, diese können im Gegenteil oft ganz fehlen (15, 26, 43, 44), oder sich erst im Laufe der Zeit einstellen. Die Trichterbrustfälle ohne Beschwerden und ohne Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit finden sich weniger unter den Erwachsenen als vielmehr unter Kindern und Jugendlichen.

Die Tatsache, dass es sowohl Trichterbrustfälle mit als auch ohne Beschwerden gibt und dass auch ältere Patienten mit Trichterbrust manchmal keine Beschwerden angeben, versucht Henschen (15) damit zu erklären, dass es zwei Arten von Trichterthorax gebe: einen sog. "kompensierten Trichterthorax" mit vergrößertem Querdurchmesser und tiefer getretenem Zwerchfell und einen "dekompensierten Trichterthorax" ohne andere äussere Veränderungen ausser der des Trichters, bei dem also die Thoraxorgane nicht ausweichen können und stark komprimiert werden. Gefährdet und mit Beschwerden behaftet ist nur der "dekompensierte Trichterthorax". Natürlich sind dabei Übergangsstadien möglich.

Ein Fehlen der Beschwerden sagt also demnach noch nichts aus über die Intensität der anatomischen Veränderungen, über die Trichtertiefe oder die Kompression des Herzens durch das Sternum oder auch über eine eventuelle Verlagerung des Herzens. Da sich der Zustand nur langsam entwickelt, wird den Patienten oft eine ständig abnehmende Leistungsfähigkeit oder stärker werdende Kurzatmigkeit gar nicht bewusst (22). Erst nach der Operation kommt dem Patienten durch die eingetretene Besserung das frühere Unvermögen zum Bewusstsein (19).

Fast immer sind Erkrankungen der oberen Luftwege, wie Husten, Katarrh, Sinusitis und Tonsillitis, bei den hier untersuchten

Patienten sogar rezidivierende Pneumonien zu finden (14, 15, 17, 22, 25).

Als für die Trichterbrust typische Beschwerden werden in der Literatur beschrieben: Dyspnoe und Cyanose bei Anstrengungen oder auch in Ruhe, Tachycardien ohne direkte Ursache, Schmerzen in der Herzgegend, teilweises Aussetzen der Herztätigkeit, diffuser Druck auf der Brust, abnehmende Leistungsfähigkeit, schnelle Ermüdbarkeit, Nervosität, gereiztes Wesen, Appetitlosigkeit, Schluckbeschwerden und Entwicklungsstörungen (1, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 41, 44). Bei Kindern finden sich meist Ernährungsstörungen, Übelkeit und Erbrechen (31).

B. Befund.

1) Allgemeinbefund und äussere Erscheinung.

Bei den Patienten handelt es sich zum grössten Teil um schlanke, sehr häufig nervöse, sog. "vegetative" Menschen (17, 44). Der Konstitutionstyp ist fast immer "leptosom - asthenisch" (44). In vielen Fällen besteht neben der Einziehung des Sternums eine vornübergeneigte Haltung und hängende Schultern (19, 38).

In 50 % der Fälle ist eine Verkrümmung der Wirbelsäule zu verzeichnen (15) im Sinne einer Brustkyphose (vornübergeneigte Haltung) oder Skoliose. Bei einer asymmetrischen Trichterbrust ist es meist eine Kombination beider Verkrümmungen, eine Kyphoskoliose (38). Diese Verbildung der Wirbelsäule ist entweder mit der Trichterbrust angeboren oder erst später als Folge der Thoraxdeformität "zwangsweise" entstanden (15).

2) Die Thorax- und Trichterform einschliesslich Messung der Trichtertiefe.

Die Thoraxform ist fast immer flach und lang, der epigastrische Winkel ist verkleinert (44). Die Rippen sind lang und dünn und sind oft nach abwärts und einwärts stark abgewinkelt (14). Der Thorakalindex (Thorakalindex = Querdurchmesser: Thoraxtiefe x 100) ist mit 150 - 230 über der Norm mit 140 gelegen (15). Die Atemexcursionen besonders in der oberen Thoraxhälfte sind eingeschränkt (31); dies ist durch die

schlechte Haltung und durch die unphysiologische Querstellung der Rippen bedingt. Man findet also einen überwiegend costalen Atemtyp, wobei der Patient fast ausschliesslich durch den Mund atmet. Ein costaler Atemtyp kann aber nach Platzgummer (36) zur Fortentwicklung der schon bestehenden Deformität führen. Dies wird auf folgende Weise erklärt: Die Atmung besteht bei diesen Patienten überwiegend in einer Erweiterung der unteren Thoraxhälfte in frontaler Richtung und in einer verstärkten Zwerchfelltätigkeit.

Dabei kommt es durch die Vergrösserung der unteren Thoraxapertur zusätzlich zu einer relativen Verkürzung der Zwerchfellfasern. Dadurch wird die vordere Thoraxwand immer stärker nach innen gezogen. Platzgummer (36) beschreibt einen Fall, bei dem durch künstliche Behinderung der costalen Atmung und durch anhaltende Atemübungen die Atemtätigkeit wieder normalisiert werden konnte. Bei Kindern besteht teilweise paradoxe Atmung und häufig ein vorgewölbter Bauch (17, 19).

Bei der Betrachtung der Form des Trichters ist, wie schon oben erwähnt, zu bemerken, dass der oberste Teil des Sternums, das Manubrium, nie mit in den Trichter einbezogen ist. Hegemann und Schoberth (14) unterscheiden 2 verschiedene Arten der Trichterform: eine mehr muldenförmige Vertiefung und eine direkt trichterförmige Einziehung. (Abb. 1a und 1b).

Brandt (3) unterscheidet ebenfalls 2 Formen: eine leichte Form, bei der das Gelenk zwischen Manubrium und Corpus fehlt und das Sternum deswegen s-förmig verbogen ist. Als zweites nennt er eine schwere Form; bei dieser ist das eben genannte Gelenk vorhanden, aber an der tiefsten Stelle befindet sich ein zusätzliches Gelenk, was die Einziehungsmöglichkeit noch erleichtert. Diese zweite Form entstehe durch eine mangelnde Differenzierung der Sternalleisten. Der tiefste Punkt der Einziehung liegt entweder knapp cranial oder caudal vom Proc. ensiformis oder ist dieser selbst (15). Der Proc. ensiformis kann aber auch ganz fehlen (9).

Die Ausdehnung des Trichters in der verticalen Richtung kann bis zu 25 cm, in der horizontalen Richtung bis zu 18 cm betragen (15).

Die Trichtertiefe, die meist besonders wichtig ist für die Beurteilung der Schwere der Deformität, lässt sich nach verschie-

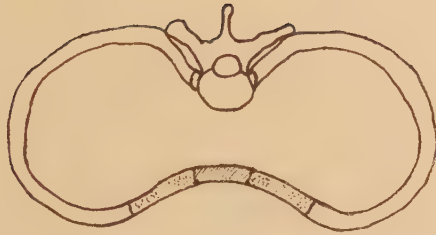


Abb. 1a: Muldenförmige Trichterbrust

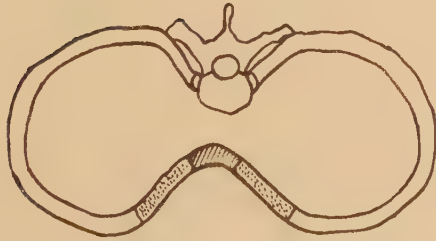


Abb. 1b: Trichterbrust mit trichterförmiger
Einziehung

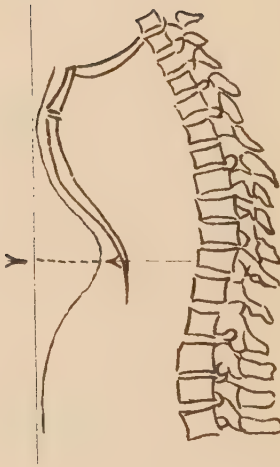


Abb.2: Messung der Trichtertiefe;
1.Möglichkeit: Abstand des
tiefsten Punktes der Einzie-
hung von der Tangente an den
Trichter.

denen Methoden bestimmen.

1. Möglichkeit: Man misst den Abstand der Tangente an den Trichterrand vom tiefsten Punkt der Einziehung (15). Nach Ochsner sollte man unter einem Wert von 7 cm bei dieser Messungsmethode nicht von Trichterbrust sprechen, Henschen und Naegeli (15) geben als maximale Trichtertiefe 10 cm an (Abb.2).

2. Möglichkeit: Man stellt das Fassungsvermögen des Trichters für Flüssigkeit fest, das natürlich auch vom Alter des Patienten und der Thoraxgrösse abhängt, und bekommt so ein Bild von der Ausdehnung der Deformität. Es wurden Fälle von mehr als 180 ccm Flüssigkeit beschrieben (12). Schröcksnagel und Platzgummer (36) halten eine Flüssigkeitsmenge von 40 - 50 ccm bei Erwachsenen noch für physiologisch.

3. Möglichkeit: ist das seitliche Röntgenbild. Entweder giesst man den tiefsten Punkt des Trichters mit Gips aus, um ihn im Röntgenbild sichtbar zu machen, oder man misst am Röntgenbild selbst den sterno-vertebralen Durchmesser (Sternumhinterkante zum ventralen Rand der Wirbelkörper). Der Normalwert des sterno-vertebralen Durchmessers bei Erwachsenen liegt bei 19 cm (15). Der Poc. ensiformis kann bei starker Trichterbrust die Wirbelsäule erreichen (22).

3. Herzbefund.

a) Die Auskultation und Perkussion ergibt keine für die Trichterbrust typischen Befunde und Symptome. Häufig ist ein Systolikum zu hören (19), das besonders laut über der Mitralis ist. Das kann zu Fehldiagnosen eines Mitralvitiums Anlass geben (19). Das Geräusch entspringt aber nicht der Mitralis, sondern dem rechten Herzen, das durch das Sternum komprimiert wird. Ebenso findet man oft einen akzentuierten und gespaltenen 2. Pulmonalton (1), sowie paroxysmale Tachycardien und Extrasystolen (6). Der Spitzenstoss ist hebend und kann bis in die Axillarlinie verlagert sein (41).

Bei der Perkussion kann man eine Verbreiterung der Herzdämpfung nach links feststellen; sie ist aber meist durch eine reine Linksverlagerung des Herzens verursacht (22).

- b) Im Röntgenbild wird der Perkussionsbefund bestätigt. Das Herz ist nach links verdrängt und weist eine Pseudomitral-konfiguration auf, die durch eine Herzdrehung vorgetäuscht wird (1, 19, 22). Der Pulmonalbogen springt vor und der rechte Herzrand liegt im Wirbelsäulenschatten (1, 44). Im seitlichen Röntgenbild ist das Herz durch das eingezogene Sternum plattgedrückt und nach hinten verlagert. Der Lagebefund des Herzens wird häufig als "objektives Kriterium" für die Schwere der Trichterbrust genannt (43).
- c) Die Veränderungen des EKG sind sehr mannigfaltig und sind oft sehr schwierig zu erklären. Am häufigsten findet man eine Abweichung der Herzachse nach rechts (19, 22, 23, 44). Aber auch einer Verlagerung der Achse nach links ist möglich (17, 30). In einigen Fällen wird ein partieller Rechtsschenkelblock beschrieben (1).
- Paroxysmale Tachycardien, Extrasystolen und andere Veränderungen sind nur ganz selten die Folge eines Myocardschadens, sondern fast immer die Folge des direkten Druckes auf das rechte Herz durch das Sternum (22, 41, 44). Der Blutdruck kann als Folge der Kompression des Herzens absinken.
- "So wird durch die Herzverlagerung die Differentialdiagnose zwischen einer Rechtshypertrophie, einer rechtsventrikulären Leitungsstörung oder einer lagebedingten Abweichung besonders beim Jugendlichen erheblich erschwert." (1).
- d) Als letzte eventuell in Frage kommende Untersuchung des Herzens ist noch der Herzkatheterismus zu nennen. Eine solche Untersuchung aber ist, wie schon erwähnt, in der Regel nicht erforderlich, da häufig keine oder nur geringfügige Veränderungen festgestellt werden können (23) und durch diese eingreifende Untersuchung keine besondere Aufklärung der Trichterbrustfälle zu erreichen ist. Allerdings hat Bär ebenso wie Wachtel in einigen wenigen Fällen trotzdem deutliche Veränderungen im Druckablauf des rechten Herzens gefunden; diese Veränderungen waren denen einer Pericarditis constrictiva sehr ähnlich: protodiastolischer Druckabfall mit sofortigem enddiastolischen Druckanstieg durch aktive Vorhofkontraktionen. Die diastolische Füllung des Ventrikels ist bei Trichterbrust

durch die Kompression des Herzens ebenso wie bei Pericarditis constrictiva durch die Schwielenbildung behindert. Gegen diesen Widerstand arbeitet der Vorhof mit aktiven Kontraktionen während der Diastole (1).

In der Literatur wird ein Fall beschrieben, der nur auf Grund des positiven Herzkatheterbefundes operiert wurde, während das Röntgenbild nur eine mässige Flachbrust zeigte. Bei der Operation wurde dann aber offenbar, dass das Sternumende mit den Rippenknorpeln VI, VII, VIII als "dornartige Vorwölbung" auf das Herz drückte (14).

4. Lungenbefund.

- a) Auskultatorisch findet sich an der Lunge nur selten ein krankhafter Befund (30, 44). Es besteht nur, wie schon erwähnt, eine erhöhte Anfälligkeit für Erkältungskrankheiten. Die Zwerchfelle sind tiefer getreten und die Atemexcursionen sind eingeschränkt. Dadurch wird das Aushusten erheblich erschwert (15, 22) (Bronchitis und Pneumoniegefahr). Bisweilen finden sich besonders links mehr oder weniger starke Kompressionsatelektasen (15).
- b) Einen Eindruck über die Beeinträchtigung der Lungentätigkeit liefert wohl die Messung der Vitalkapazität. Diese ist zwar nur in den wenigsten Fällen stark verringert, bzw. eingeschränkt, da die Atemnot meist cardial bedingt ist, sei es durch direkte Kompression des Herzens durch das Sternum oder aber durch die vegetativ labile Konstitution der Trichterbrustträger. In der Literatur sind allerdings einige Fälle beschrieben, bei denen die Vitalkapazität fast bis auf die Hälfte des Normalwertes zurückgegangen war (17). Bei den meisten Patienten mit Atembeschwerden gehen diese nicht von der Lunge aus, sondern sind Folgen einer mangelhaften Herzleistung (20, 22).

5. Laborbefunde.

Auch die Laborbefunde zeigen keine auffallenden Veränderungen gegenüber der Norm. Das rote und weisse Blutbild ist fast immer normal. Nur King berichtet von einem Patienten, der zu wenig

Hämoglobin hatte. Bei unseren Patienten lagen die Werte auch alle an der unteren Grenze der Norm.

Die Blutsenkung kann bei gleichzeitigem Bestehen einer Lungenerkrankung (Bronchitis) beschleunigt sein.

Therapie.

Für die Behandlung der Trichterbrust kommen 2 Möglichkeiten der Therapie in Frage, einmal die konservative Behandlung und zum anderen die operative Beseitigung der Deformität. Es geht hier also um die Frage: konservative oder operative Therapie oder beides?

Diese Frage kann gar nicht so einfach beantwortet werden. Wohl hält die Mehrzahl der Autoren heute eine rein konservative Behandlung nicht gerade für falsch doch aber für ziemlich aussichtslos. Trotzdem finden sich Chirurgen, die einer operativen Aufrichtung des Trichters nur mit gewissen Einschränkungen zustimmen. Es sind dies in der Regel die Autoren, die eine atemmechanische Genese bei der Entstehung der Trichterbrust in den Vordergrund stellen und so zwischen leichten, sich erst entwickelnden Fällen, die bei konservativer Behandlung Aussicht auf Besserung haben, und schweren Fällen, die unbedingt operiert werden müssen, unterscheiden (26, 36).

Witt nimmt in dieser Frage einen extremen Standpunkt ein. Er stellt die Forderung auf, dass vor jeder Operation ein genügend langer Versuch einer konservativen Therapie gemacht werden muss. Die Verfasser weisen dabei auf die Tatsache hin, dass auch von 1911 d.h. also vor der Ära der operativen Behandlung der Trichterbrust scheinbar zufriedenstellende Ergebnisse zu verzeichnen waren.

Worin kann nun eine solche konservative Therapie bestehen?

Als wesentlichste Punkte kommen die Normalisierung der Atemtätigkeit und Atemmechanik und die Besserung der mit der Atmung eng verknüpften Haltungsanomalie in Frage. Bei der Regelung der Atemtätigkeit kann man keine starren Regeln angeben, da jeder Fall individuell verschieden ist; man kann nur so viel sagen, dass "die Atmung normalisiert werden muss" (36).

Hauptsächlich kommt es dabei auf eine Umstellung des auch bei

uns in den meisten Fällen beobachteten costalen Atmungstyps auf den normalen Typus an. Man kann den Patienten durch Behinderung der Flankenatmung dazu zwingen, mehr und mehr die oberen Brustkorbpartien bei der Atmung aktiv zu belüften.

Zur Behebung der schlechten Haltung (vornübergebeugtes Stehen und hängende Schultern) werden manchmal von vor 1911 noch orthopädische Stützapparate empfohlen (9). Besser dürfte aber auch hier eine aktive Betätigung der Rücken- und Brustmuskulatur durch Gymnastik und Sport (besonders Schwimmen) sein.

Wie schon oben angedeutet befürworten heute die meisten Autoren die operative Aufrichtung des Trichters mit anschliessender Atemgymnastik und mit Haltungsübungen (3, 6, 14, 17, 36, 38). Dabei taucht ein mit der eben behandelten Frage sehr verwandtes Problem auf; es ist die Frage nach der Indikationsstellung für die Operation und die Frage nach dem Zeitpunkt der Operation.

Die Mehrzahl der Chirurgen ist der Ansicht, dass jede Trichterbrust, ob mit oder ohne Symptome operiert werden muss, da früher oder später doch Beschwerden und vielleicht Schäden irreversibler Art auftreten können (5, 7, 13, 14, 17, 22, 32, 38, 43). Es gibt ja, wie schon erwähnt, Patienten, die nie Beschwerden haben und voll leistungsfähig sind. Aber trotzdem ist eine Trichterbrust, die ohne Beschwerden einhergeht, meist nicht harmlos (14).

Eine wichtige Rolle spielt bei der Frage der Indikation folgender Punkt: soll und kann man auf Grund der kosmetischen Gründe allein und wegen der durch die Deformierung entstehenden Belastung operieren oder nicht? Gerade Minderwertigkeitsgefühle und -komplexe sind ebenso wie der Wunsch sich von anderen abzuheben bei der Frage der Indikationsstellung nicht zu unterschätzen (7, 8, 14, 17). King (17) ist z.B. der Meinung, dass "die Änderung des Gesichtsausdruckes auf den Bildern vor und nach der Operation allein für die Operation spreche ohne jede andere Indikation."

Übermuth (38) begründet seine Forderung nach einer Operation auch bei Patienten ohne Beschwerden auf folgende Art und Weise: mit ziemlicher Sicherheit treten früher oder später bei allen Patienten mit Trichterbrust Beschwerden auf. Treten die Beschwerden erst im Erwachsenenalter auf und handelt es sich dabei um schwere Symptome von Seiten des Herzens, so kann bei solchen Patienten

unter Umständen bereits Inoperabilität bestehen, zumindest aber können die Erfolge in funktioneller Hinsicht begrenzt sein.

Nach Wanke (42) sind "generell schlechtere Ergebnisse zu zeitigen, wenn der Patient von selbst auf Grund stärkerer Beschwerden den Arzt aufsucht".

Lester (22) glaubt ebenfalls, dass die Gefahren, die eine solche Deformität durch das Entstehen von Beschwerden und Schädigungen am Herzen mit sich bringt, besonders bei Kindern weit über dem Operationsrisiko liegen.

Von anderer Seite wurde dieser freizügigen Indikationsstellung entgegengehalten, dass das operative Vorgehen nicht als Präventivmassnahme gewertet werden darf, da das Risiko der Operation doch zu gross sei (26, 31, 45). Ebenso wird angeführt, dass Beschwerden, wenn solche überhaupt auftreten, immer schon im Kindesalter vorhanden seien (26). Im allgemeinen kann man aber auf Grund des Literaturstudiums sagen, dass sich die Beschwerden bis auf ganz schwere Fälle meist erst mit zunehmendem Alter entwickeln.

Aus diesen Gründen sollte man bei der Indikationsstellung zur Operation einer Trichterbrust den Mittelweg wählen und keinen allzu leichten Massstab anlegen, da die Bedenken der oben angeführten Autoren (26, 31, 45) bezüglich des Operationsrisikos bei Kindern und Jugendlichen nicht von der Hand zu weisen sind. Als günstigster Zeitpunkt für eine nach obigen Gesichtspunkten indizierte Operation werden im allgemeinen die Jahre vor der Pubertät angegeben (14, 22, 25, 31, 38, 41, 43). Brown (5) und Oborniedermayr (27) raten noch früher zur Operation um ein Entstehen von Symptomen bestimmt ausschliessen zu können, während Bruck und Lorbeck (6) vorschlagen erst zwischen dem 12. und 14. Lebensjahr zu operieren, da der Thorax dann schon etwas mehr gefestigt sei (Rezidivgefahr).

Obwohl die Bestrebungen - wie man sieht - dahingehen, möglichst frühzeitig zu operieren, ist die Möglichkeit dabei nicht ausgeschlossen auch bei Erwachsenen noch eine Operation durchzuführen. Allerdings sollte man bei Erwachsenen zwischen 20 und 30 Jahren und darüber vor der Operation eine besonders genaue internistische Untersuchung vornehmen (45) und so die Operabilität prüfen, da es möglich ist, dass besonders am Herzen schon Schäden bestehen, die eine Kontra-Indikation für die Operation bedeuten.

Operationsmethoden

Seit L. Meyer 1911 die erste Operation einer Trichterbrust durchgeführt hat, sind bis heute mehrere Varianten der damals verwendeten Operationsmethode sowie auch völlig neuartige Verfahren angegeben worden. Überblickt man kurz diese Entwicklung, so kann man sagen, dass man von 1911 an versuchte immer radikaler zu operieren, da man scheinbar mit den erzielten Erfolgen nicht zufrieden war. Heute ist man allerdings von den ganz radikalen Methoden wieder etwas abgekommen in dem Sinne, dass man durch weniger ausgedehnte Resektionen bemüht ist, das feste Gefüge des Thorax doch einigermaßen zu erhalten.

Die Fülle der angegebenen Methoden zu beschreiben würde zu weit führen, zumal sich viele in ihren Grundzügen gleichen und nur geringe, individuelle Unterschiede aufweisen.

Ich darf bei der zusammenfassenden Besprechung aller Operationsmethoden auf ein Schema zurückgreifen, das sich an die Einteilung in 3 Gruppen von Hegemann und Schoberth (14) eng anlehnt, und in das sich alle Arten der Operation einigermaßen günstig eingliedern lassen.

Die Verfasser unterscheiden 3 Hauptgruppen:

1. Operationsverfahren (Abb. 3 a und 3 b):

Der operative Zugangsweg ist entweder ein Längsschnitt über dem Sternum oder ein Querschnitt unterhalb der Intermamillarlinie. Bei Mädchen ist des besseren kosmetischen Ergebnisses wegen ein halbkreisförmiger Bogenschnitt unter jeder Mamma zu empfehlen (4, 14). Die Muskulatur wird vom Sternum und von den Rippenknorpeln abpräpariert (Pectoralis major, Intercostalmuskulatur). Dann wird das Perichondrium in der Längsrichtung aufgeschlitzt und die Rippenknorpel auf beiden Seiten subperichondral resiziert; meist wird mit der zweiten oder dritten Rippe begonnen, fortlaufend bis zum Rippenbogen, der häufig nur scharf durchtrennt wird. Der Processus ensiformis wird ganz **reseziert**. Das Sternum wird im 2. ICR, in der Höhe des Überganges vom Manubrium zum Corpus, querosteotomiert unter Belassung des dorsalen Periosts. Nachdem die Verwachsungen des Sternums mit dem Zwerchfell wie Lig.substernale,

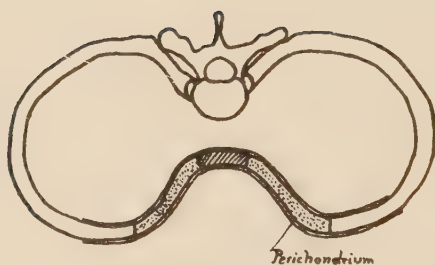


Abb.3a: Operationsverfahren I; Zustand vor der subperichondralen Resektion der Rippenknorpel.

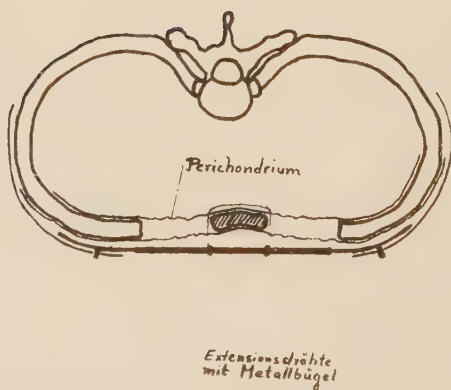


Abb.3b: Zustand nach erfolgter subperichondraler Resektion der Rippenknorpel; schematische Darstellung der Drahtextension.

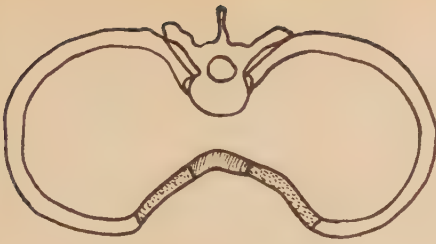


Abb.4a: Bestehende
Trichterbrust.

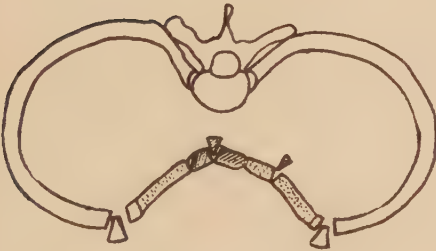


Abb.4b: Mobilisierung
des Trichters
durch Keilex-
cisionen.



Abb.4c: Rekonstruktion
der Thoraxwand
durch dachfirst-
artiges Aneinan-
derlegen des
Sternums.

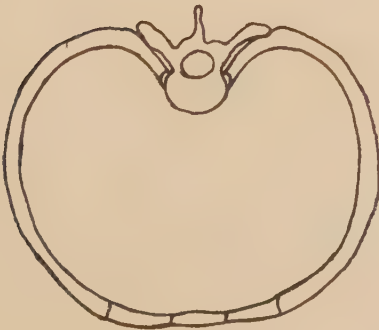


Abb.4d: Im Vergleich
dazu der nor-
male Thorax.

Intercostalgebilde, *Musc. rectus* usw. durchtrennt sind, wird das Sternum angehoben. Die Methoden der Fixierung sind unterschiedlich; entweder wird das Sternum durch Drahtschlingen fixiert, die unter dem Sternum durchziehen und an einem individuell geformten Drahtbügel befestigt sind, der als Brücke die vordere Brustwand überspannt und für die Stabilität des Thorax direkt nach der Operation sorgt oder man verwendet einen queren Knochenspan, den man unter das Sternum schiebt. Dadurch wird ein erneutes Zurücksinken verhindert (22). Die Fixation mit Drahtextension wird wegen der Infektionsgefahr von manchen Autoren abgelehnt (4, 6, 8, 17, 25, 32).

Die meist guten bis sehr guten Erfolge sowohl in funktioneller wie auch in kosmetischer Hinsicht mit dieser Operationsart, sind mit der Grund, dass heute sehr viele Chirurgen nach dieser Methode operieren (4, 5, 14, 17, 22, 24, 25, 28, 32, 38).

Auch die meisten unserer Patienten wurden nach dieser Methode operiert, wobei in allen Fällen eine Drahtextension aus 2 Drähten verwendet wurde, welche unter dem Sternum oder durch das Sternum durchführten. Unter dieses 1. Operationsverfahren ist auch das sogenannte kleine Verfahren nach Brown zu rechnen; dieser rät bei Kindern nur das Lig. substernale zu durchtrennen. Dabei ist anschliessend nur in ganz seltenen Fällen eine Extension erforderlich (5, 26, 30, 32). Von dieser Methode wird aber vielfach abgeraten, da diese Patienten wegen eines Rezidivs oft nachoperiert werden müssen (26, 30, 32).

2. Operationsverfahren (Abb. 4 a - 4 d):

Der Zugangsweg ist wie bei Methode 1 ein Längs- oder Querschnitt. Sie unterscheidet sich lediglich in der Modellierung und Aufrichtung des knöchernen Thoraxskeletts. Der Trichter wird mobilisiert und die vordere Thoraxwand durch kleine Resektionen und Keilosteotomien der Rippen und des Sternums zur normalen Form plastisch rekonstruiert (7). Es werden keine grossen Resektionen durchgeführt. Das Sternum wird oben quer und längs gespalten, weist also eine T-förmige Incision auf. Die Schnittflächen der Längs- sternotomie werden so abgeschrägt, dass die beiden Hälften nach dem Vernähen dachfirstförmig aneinander liegen. Dadurch kann eine optimale Festigkeit des Thorax sofort nach der Operation erreicht werden. Die Methode wurde von Brunner entwickelt und kann auch

noch bei älteren Patienten angewandt werden, da durch die nur kleinen Resektionen der gesamte Eingriff nicht so gross ist (14).

3. Operationsverfahren:

Die dritte Operationsmethode ist ein völliges Auslösen des deformierten Sternums und der angrenzenden, verbildeten Rippenanteile; das Sternum-Rippenpräparat wird entweder um 180 Grad gedreht und sofort wieder eingesetzt oder es wird vorher planiert und modelliert und dann reimplantiert (6 , 16, 26, 43).

Nissen (26) hat in einigen Fällen das Transplantat quer implantiert, um die Rippen aufzuspreizen und dadurch eine Volumenzunahme des Thoraxinnenraumes zu erreichen.

Wanke (43) spaltet das Sternum in frontaler Ebene und implantiert nur die dorsale Hälfte wieder, um an der vorderen Thoraxwand keine so starke buckelartige Vorwölbung zu bekommen. Trotzdem kann man aber sagen, dass die funktionellen Erfolge bei diesem Verfahren fast immer gut sind, die kosmetischen Ergebnisse aber manchmal sehr zu wünschen übrig lassen (43).

Diese Methode hat dazu noch folgenden Nachteil, dass das Reimplantat von seiner bisherigen Blutversorgung abgeschnitten ist. Das bedeutet Nekrosegefahr und stellt, wenn das Verfahren bei Kindern angewandt wird, das weitere Wachstum des Sternums in Frage. Nissen (26) und Wanke (43) empfehlen deshalb auch für Kinder eher das Verfahren 1.

Aus dem gleichen Grund hat Scheer (34) die "gestielte Umwendungsplastik" empfohlen. Dabei wird das Sternum freipräpariert und ausgelöst wie bei Verfahren 3, nur die Ansätze der beiden M. recti abdominis werden belassen. Die Stieldrehung der Rectusmuskulatur habe keine Nachteile gezeigt und sei später von aussen nicht zu erkennen gewesen.

Komplikationen

Abgesehen von den bei jeder Operation möglichen Komplikationen des Kreislaufs und der Atmung, die bei der Trichterbrustoperation sogar in verstärktem Masse möglich sind, ist als akute Komplikation die grösste Gefahr durch die Entstehung eines Pneumothorax gegeben (14, 22, 38, 45); besonders gefährlich ist dabei

die Entstehung eines Spannungs-Pneumothorax. Deshalb wird von allen Operateuren eine Operation in Intubationsnarkose gefordert. Aber auch schon allein durch die Austrocknung der Pleura bei der Operation kann Luft in den Pleuraraum hineindiffundieren; es braucht also gar nicht in allen Fällen eine direkte Verletzung der Pleura vorliegen (17). Dies konnte auch in einem der hier beobachteten Fälle festgestellt werden. Aus diesen Gründen sollte nach jeder Operation unbedingt eine Röntgenaufnahme angefertigt werden, um eine solche Komplikation frühzeitig diagnostizieren zu können. Nach Brown ist es allerdings trotzdem ratsam, bei der Operation von Kindern von einer Intubationsnarkose abzusehen, da die Gefahr eines Glottisödems bei Kindern besonders gross ist (22). Als weitere, eventuelle Komplikation kommt die Verletzung der A. thoracica interna in Frage; deshalb müssen immer Blutkonserven bereit stehen (17).

Herzbeschwerden sind durch eine zu schnelle Rückverlagerung des Herzens in seine Normallage beobachtet worden (23, 25). Auch Fälle einer Mediastinitis wurden post operationem beschrieben.

Als Spätkomplikationen können Empyeme der Pleura und Osteomyelitiden bzw. Ostitiden des Sternums von Bedeutung sein. Dazu zeigten sich bei den hier beobachteten Patienten einfache exsudative Pleuraergüsse mit nachfolgender Verschwartung. Ebenso entstanden im Bereich der Narben und Drahtextensionen verschiedentlich kleinere Abszesse und Nekrosen.

Ein in der Literatur vereinzelt beschriebenes Narbenkeloid besonders bei Längsschnitten (23) fand sich auch bei einem der nachstehend beschriebenen Fälle.

Postoperative Klinikbehandlung und Nachbehandlung

Für die Behandlung nach der Operation sind keine besonderen, einheitlichen Richtlinien zu finden.

Dauerabsaugung aus dem retrosternalen Raum mit 5-8 cm H₂O negativem Druck über ca. 48 Stunden wird empfohlen, um eine Nachblutung in den retrosternalen Raum zu verhindern (14). Bei den Patienten der Universitätsklinik München wurde nur eine einfache Drainage für 2 - 3 Tage unter das Sternum eingelegt.

Ebenso ist im Anschluss an die Operation für mehrere Tage Antibiotikaschutz unbedingt erforderlich (17, 32).

Über die Entfernung des Extensionszuges, d.h. also über den Zeitpunkt der Wiederfestigung des Thorax sind die Meinungen geteilt. Rehbein und Wernicke sind der Ansicht, dass sich der Thorax erst 3 - 4 Monate nach der Operation wieder gefestigt hat; sie hatten bis zu dieser Zeit noch Veränderungen im Bereich des knöchernen Thorax bei ihren Patienten beobachtet. Im Allgemeinen dürfte aber nach 2 - 4 Wochen der Thorax soweit gefestigt sein, dass man den Zug entfernen kann (17, 19). Allerdings muss man auch in der Folgezeit darauf achten, dass der Thorax und besonders dessen Vorderwand keinem übermässigen Druck ausgesetzt wird.

Eine Nachbehandlung durch orthopädische Gymnastik wegen der Haltungsanomalien und durch Atemübungen zur Normalisierung der Atemtätigkeit ist unbedingt erforderlich und sollte bis auf 1 Jahr nach der Operation ausgedehnt werden (6, 14).

Günstig für die weitere Entwicklung ist auch das regelmässige Betreiben einer Sportart, um den Thorax zu weiten. Besonders günstig sind dabei Schwimmen und Leichtathletik. Dabei soll man aber den Patienten, besonders in der ersten Zeit nach der Operation nicht überanstrengen.

Über die Lebenserwartung von Trichterbrustkranken und über den Verlauf der Krankheit finden sich in der Literatur keine direkten Angaben. Man kann aber ziemlich eindeutig sagen, dass die Prognose nach der Operation wesentlich günstiger ist als ohne Operation, da die Trichterbrust doch bis auf wenige Ausnahmen früher oder später zu Schädigungen des Herzens führt, die sich bei längerem Bestehen sehr ungünstig auswirken können. Durch die Kompression des Herzens durch das Sternum oder durch seine Verlagerung kann sich mit der Zeit eine Stauung im kleinen Kreislauf einstellen, die später zur Hypertrophie des rechten Herzens mit folgender Dilatation führt.

II. Überblick und Besprechung der Fälle der

Chirurgischen Universitätsklinik München.

Vom 1.1.1949 bis 31.12.1959 wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik München 18 Patienten wegen einer bestehenden Trichterbrust aufgenommen und untersucht.

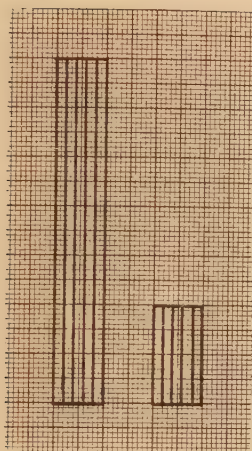
Von diesen Kranken waren 4 weiblichen Geschlechts und 14 männlichen Geschlechts (Tab. 1). 17 Patienten wurden operiert und ein Patient nach gründlicher Durchuntersuchung wieder entlassen. Es handelte sich in diesem Fall um einen 16-jährigen Jungen mit nur mässiger Trichterbrust. Das Herz war bei diesem Patienten nicht verlagert und es bestanden auch keine starken Beschwerden. Nur bei schnellem Laufen seien manchmal Atemnot und Seitenstechen aufgetreten. Auf dem Röntgenbild zeigte sich eine leichte Verlagerung der Trachea und eine mässige Einziehung des Sternums.

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation schwankte zwischen 5 und 35 Jahren. Dabei liegt die Hauptzahl der Patienten mit ihrem Alter zwischen 11 und 22 Jahren (Tab. 2).

Anamnese.

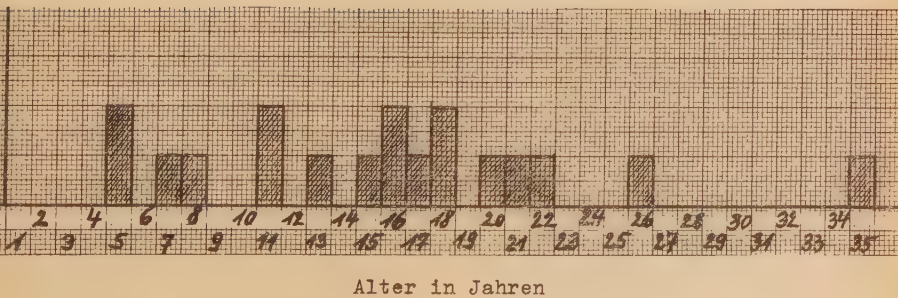
Eine positive Familienanamnese fand sich bei unseren Patienten nur in einem Fall. Der Patient gab an, dass auch bei seinem Vater eine leichte Trichterbrust bestehe, die aber nicht operiert worden sei. Weiter zurück liess sich aber auch in diesem Fall nichts verfolgen, was eventuell eine Vererblichkeit feststellen liesse.

In der Eigenanamnese waren die Angaben typisch für die Erkrankung und deckten sich ziemlich genau mit den Angaben der Literatur. Als Zeitpunkt des Krankheitsbeginns d.h. als Zeitpunkt, an dem eine Deformierung bzw. Einziehung der vorderen Brustwand zum erstenmal bemerkt wurde, wird in 14 Fällen die Geburt oder die früheste Kindheit angegeben (1. und 2. Lebensjahr). Bei den übrigen Patienten wurde die beginnende Trichterbrust einmal mit 10 Jahren und ein anderesmal erst mit 14 Jahren bemerkt. Sowohl



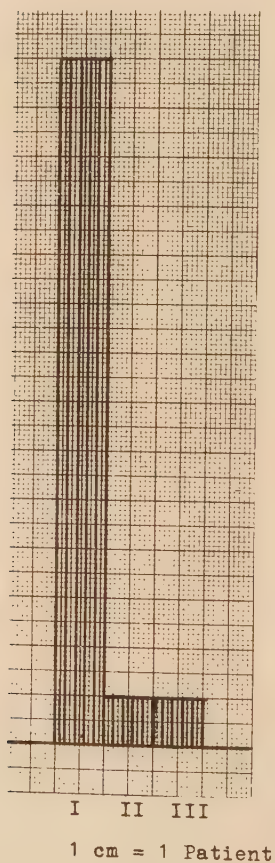
männlich weiblich
14 4

Tab.1: Verteilung auf die Geschlechter



Tab.2: Verteilung der Kranken auf die verschiedenen Altersstufen.

Tab.3: Erstes Auftreten der Deformität.



I = bei Geburt bzw. im 1. oder 2. Lebensjahr
II = mit 10 Jahren
III = mit 14 Jahren

Zwei Patienten konnten keine genauen Angaben machen.

eine Patientin als auch ein Patient konnten in diesem Punkt keine genauen Angaben machen (Tab.3).

Ein Zunehmen der Deformierung seit Beginn der Erkrankung wurde von 7 Patienten geäußert.

An früheren Erkrankungen fand man bei Erheben der Anamnese ausser den üblichen Kinderkrankheiten häufig infektiöse Erkrankungen des Respirationstraktes. Im einzelnen waren das:

Rezidivierende Pneumonien	in 7 Fällen
Rezidivierende Bronchitiden	in 4 Fällen
Pleuritiden	in 2 Fällen;

Nur in einem Fall bestand anamnestisch eine Rachitis; ebenso einmal eine Tuberkulose.

An sonstigen Erkrankungen wurden genannt:

Tonsillektomie, Rachenpolypen, Masern, Scharlach, Keuchhusten, Hepatitis, Mumps, Appendektomie, Typhus und Windpocken. Ein Patient hatte als Kind ein Nierenleiden (Tab. 4).

Beschwerden (Tab. 5).

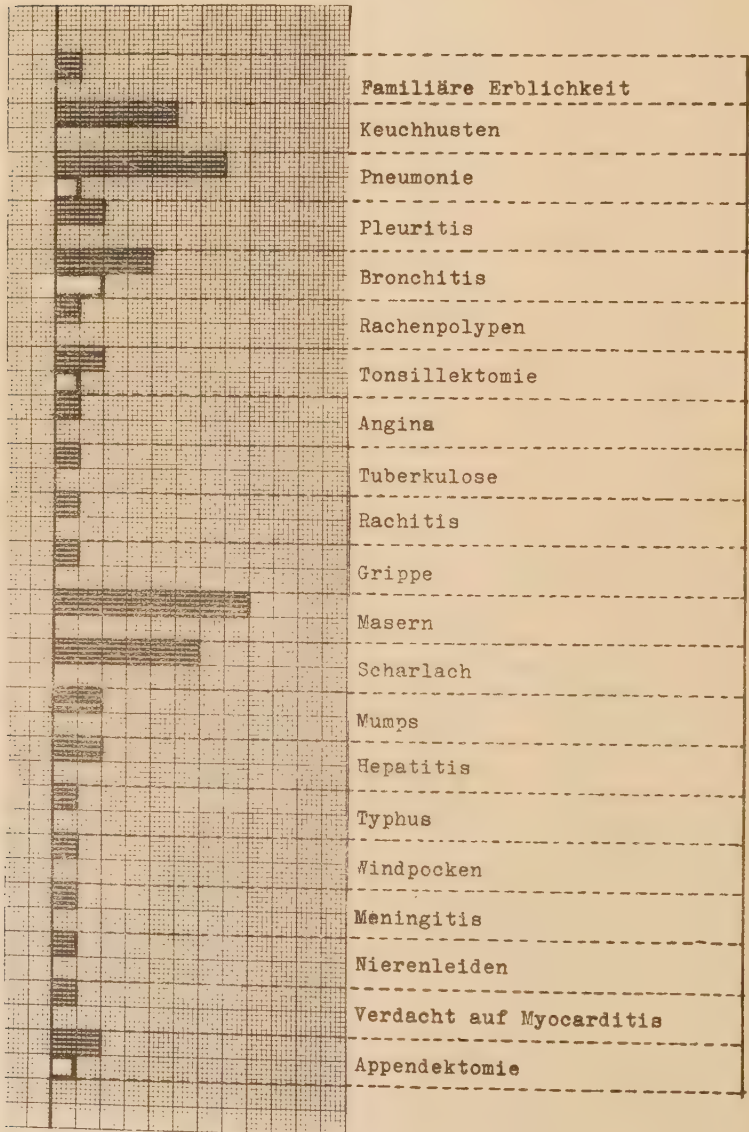
Subjektive Beschwerden waren nicht in allen Fällen vorhanden. Bei 5 Patienten fehlten irgendwelche Symptome ganz; diese Patienten wurden aus rein kosmetischen Gesichtspunkten operiert, um eventuelle Spätschäden zu vermeiden.

Über den Zeitpunkt des ersten Auftretens von Beschwerden haben nur 5 Patienten genaue Angaben gemacht. Bei einem Patienten traten die Beschwerden erst mit 31 Jahren auf, während sich in den übrigen Fällen die ersten Symptome im Pubertätsalter oder kurze Zeit später zeigten. In den restlichen 8 Fällen finden sich nur ungenaue oder überhaupt keine Angaben. Unser jüngster Patient, der Beschwerden hatte, wenn auch nur geringfügiger Arzt, war 7 Jahre alt und unser ältester Patient ohne Symptome 18 Jahre. Als subjektive Beschwerden werden von fast allen Patienten ziemlich eindeutig Atembeschwerden und Atemnot bei Anstrengungen genannt (Schwimmen, Laufen, Skifahren). Ausgesprochene Cyanose war nur in einem Fall zu verzeichnen.

Als weiteres häufiges Symptom fand sich eine deutliche Abnahme der Leistungsfähigkeit und eine schnelle Ermüdbarkeit im Vergleich mit anderen gesunden Menschen.

Tab.4: Übersicht über die von den Patienten in der Anamnese angegebenen Krankheiten.

1/2 cm = 1 Patient

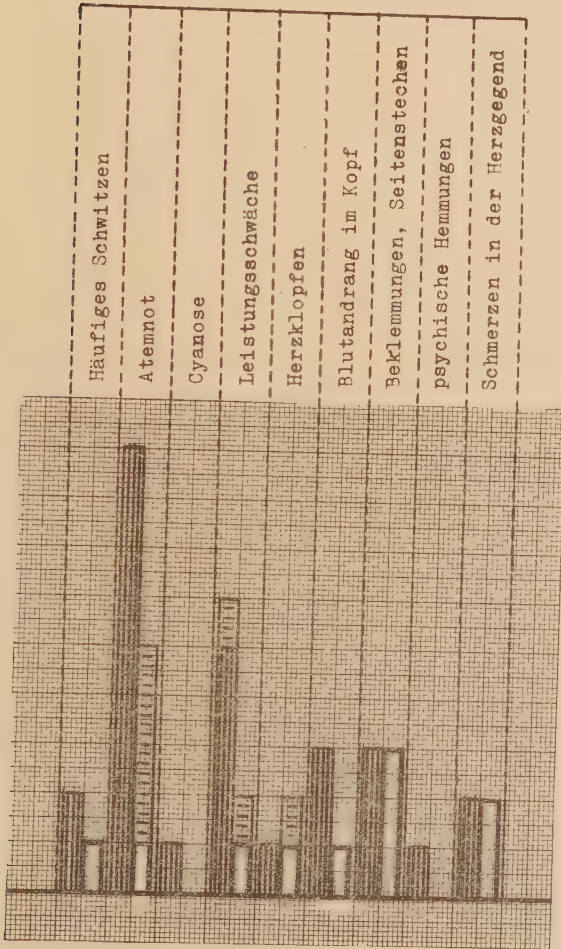


= In der Zeit vor der Operation



= In der Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung.

Tab.5: Übersicht über die häufigsten Beschwerden vor und nach der Operation.



1 cm = 1 Patient



= Beschwerden vor der Operation

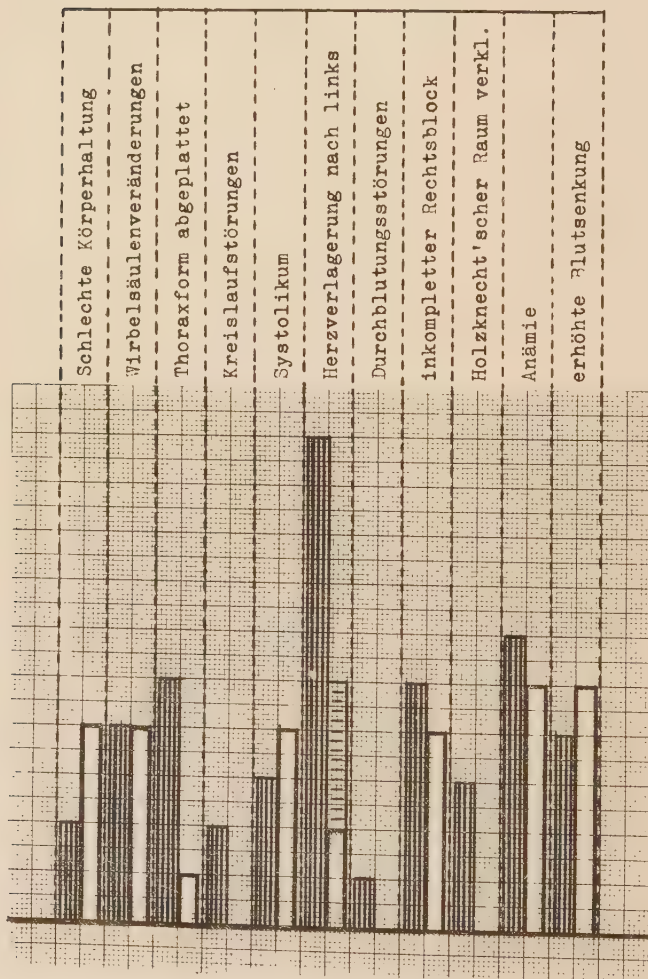


= Beschwerden nach der Operation



= Beschwerden, die nur andeutungsweise vorhanden sind.

Tab.6: Übersicht über die häufigsten Symptome vor und nach der Operation.



1 cm = 1 Patient

-  = Symptome vor der Operation
-  = Symptome nach der Operation
-  = Symptome, die nur andeutungsweise vorhanden sind.

Herzklopfen, Zittern der Finger, Blutandrang im Kopf und häufiges Schwitzen waren in 2 Fällen wohl nicht allein durch die Trichterbrust bedingt, da es sich hierbei um vegetativ besonders labile Patienten handelte. Gleichzeitig bestanden dabei auch orthostatische Kreislaufstörungen.

Dies zeigt sich besonders deutlich am Bild einer Patientin, die anschliessend an einen durchgemachten grippalen Infekt beim Aufstehen kollabierte, wobei Krämpfe der gesamten Skelettmuskulatur auftraten (Arc de cercle'sche Krämpfe). Das Verschwinden dieser Krämpfe durch die Behandlung mit Sedativa dürfte auch in diesem Fall für eine vegetative Übererregbarkeit sprechen, die für die Trichterbrustträger ja charakteristisch sein soll.

Ausgesprochene Schmerzen hatte nur der älteste Patient (35 Jahre). Diese bestanden in Herzstechen und Ziehen hinter dem Sternum. Ein weiterer Patient hatte nur ein diffuses Druckgefühl im Bereich des gesamten Thorax.

Über Appetitlosigkeit nicht aber über Schluckbeschwerden klagten 2 Patienten.

Im ganzen gesehen liess sich feststellen, dass die Zahl und die Stärke der Symptome mit dem Grösserwerden der Thoraxdeformität und mit zunehmendem Alter wächst. Es wurde dies von einigen Patienten besonders betont.

Das äussere Erscheinungsbild.

Das äussere Erscheinungsbild der Patienten war nicht ganz so einheitlich wie es in der Literatur beschrieben wird. Wohl waren 10 unserer Patienten als ausgesprochen asthenische bzw. leptosome Typen anzusprechen; davon zeigten aber nur 4 Patienten einen auffällig reduzierten Allgemein- und Ernährungszustand. Bei 4 anderen Patienten fand sich keine asthenische Allgemeinkonstitution; in einem Fall konnte man fast von einem Pykniker sprechen. In 4 Fällen finden sich über diesen Punkt keine Angaben.

Andere Missbildungen zusammen mit der Trichterbrust bestanden nur bei 5 Patienten. Eine Patientin zeigte eine deutliche Assymetrie des Gesichtsschädels und einen Exophthalmus des rechten Auges. Die rechte Pupille war ausserdem kleiner als die linke. An beiden

Augen bestand in allen Richtungen ein Nystagmus. Die Brustwirbelsäule war deutlich rechtsskoliotisch verkrümmt und an der Oberlippe zeigte sich ein Hämangiom. Man kann im Fall der Patientin von einer dysplastischen Entwicklungsstörung sprechen.

In einem weiteren Fall war eine Verkürzung des linken Beines um 1 1/2 cm und ebenfalls eine Brustwirbelsäulenskoliose vorhanden.

Im dritten Fall mit Missbildungen zeigte der Kopf des kleinen Patienten Ähnlichkeit mit einem Hydrozephalus.

Halsrippen beiderseits und eine Einschränkung des linken Gehörs fanden sich bei einem anderen Patienten; bei ihm liessen sich auch die Beinreflexe nicht auslösen.

Bei dem fünften Patienten mit Missbildungen bestand eine Asymetrie des gesamten Thorax und eine starke Skoliose der Brustwirbelsäule.

Die Thoraxform war bei unseren Patienten in 5 Fällen deutlich abgeplattet; in einem Fall war der Trichter asymmetrisch nach rechts ausgebildet.

Bei einigen Patienten bestand eine Einschränkung der Atemexcursionen im oberen Thoraxbereich, es fand sich ein costaler Atemtyp.

Über die Trichtertiefe und Grösse lässt sich an Hand der äusseren Messungen kein sicherer Vergleich anstellen, da die Angaben nur ungenau und unvollständig sind. Es werden Werte von 4-8 cm Tiefe und ungefähr 10 cm Breite als Maximum angegeben; diese Werte wurden aber meist nur geschätzt.

Röntgen.

Genauer lässt sich das Ausmass der Deformität an Hand des Röntgenbildes vergleichen. In allen Fällen sind Angaben über die Grösse des sternovertebralen Durchmessers gemacht (SVD). Die Abstände schwankten zwischen 1,5 cm und 12,5 cm (Tab.7). Der physiologische Wert ist je nach Alter verschieden; er liegt, wie schon berichtet, beim Erwachsenen bei etwa 19 cm. 2 Patienten waren nicht röntgenologisch untersucht worden.

Als weitere wichtige Veränderung zeigte sich im Röntgenbild eine

Nr.	Name	vor Op.	nach Op.	Zunahme des SVD
1	L.B.	4,5	-	-
2	L.H.	11	-	-
3	W.L.	8	8,5	0,5
4	K.J.	5	9	4
5	K.H.	2,2	9,5	7,3
6	F.A.	1,5	5	3,5
7	D.G.	3	8	5
8	L.E.	3,5	7,5	4
9	Z.H.	9,5	-	-
10	S.I.	4	8	4
11	K.R.	4,5	6,5	2
12	F.H.	4	7	3
13	L.A.	-	-	-
14	K.W.	-	8	-
15	R.A.	9	11	2
16	H.N.	6,5	9	2,5
17	H.H.	7,5	11,5	4

Tab.7: Vergleich der Werte des sternovertebralen Durchmessers vor und nach der Operation.

Verlagerung des Herzens nach links (10 Fälle). Dazu war das Herz in 3 Fällen nach hinten verdrängt und abgeflacht und in 2 Fällen um seine eigene Achse gedreht.

Ein Verdacht auf ein kongenitales Vitium wurde in 2 Fällen geäußert, da der Pulmonalisbogen stark vorsprang und die Herztaille damit verstrichen erschien.

Der Ösophagus war nur in einem Fall mässig eingeengt, wobei aber auch hier keine Beschwerden beim Schlucken geäußert wurden.

Im Falle des Patienten, der nicht operiert worden war, war die Trachea, wie schon erwähnt, nach rechts verlagert.

Die Wirbelsäule zeigte nur in 3 Fällen eine deutliche Skoliose; allerdings darf vorweg genommen werden, dass bei der Nachuntersuchung auch bei einigen anderen Patienten eine leichte Skoliose gefunden wurde, die aber meist nur angedeutet war. Diese Wirbelsäulenveränderung dürfte wohl nicht erst zwischenzeitlich entstanden sein, sondern ist wahrscheinlich wegen des geringen Ausmasses vorher nur nicht beschrieben worden.

Die in der Literatur noch häufiger beschriebene Verstärkung der Brustwirbelsäulenkyphose als manifestierte, nicht haltungsbedingte Deformierung konnte bei unseren Patienten nicht gefunden werden. Wohl hatten mehrere Patienten auch noch bei der Nachuntersuchung eine ausgesprochen schlechte Haltung, aber die dadurch bedingte kyphotische Verbiegung der Brustwirbelsäule konnte von den Patienten noch spontan durch Zurücknehmen der Schultern ausgeglichen werden.

In einem Fall - bei einem 20-jährigen jungen Mann - war die physiologische Kyphose der Brustwirbelsäule völlig aufgehoben. Besonders interessant war auch der Fall unseres ältesten Patienten (Fall 2). Bei ihm bestand der Verdacht einer schwierigen Pericarditis. Im Röntgenbild stellte man aber pleuro-pericardiale Verwachsungen im Bereich der Einziehung der vorderen Thoraxwand direkt über der Herzspitze fest. Man nahm an, dass gerade diese Verwachsungen im Bereich des vorderen Mediastinums zwischen Pericard und Sternum die Hauptursache der bestehenden Beschwerden seien. Bei der Operation bestätigten sich dann die Untersuchungsergebnisse; es hatte keine Pericarditis constrictiva bestanden.

Auskultation und Perkussion.

Bei der Auskultation und Perkussion der Lunge zeigte sich in keinem Fall ein krankhafter Befund. Die Grösse der Vitalkapazität wurde nur in 2 Fällen vor der Operation bestimmt. Sie lag mit ihren Werten in beiden Fällen an der unteren Grenze der Norm.

Im Gegensatz dazu konnten jedoch am Herzen verschiedene typische Veränderungen festgestellt werden.

In 12 Fällen waren die Herzgrenzen verschoben. Davon erschienen die Grenzen in 10 Fällen nach links und in einem Fall nach rechts verlagert. Bei einem Patienten waren die Grenzen nach rechts und links verbreitert; in einem weiteren Fall liessen sich die Herzgrenzen nicht genau perkutorisch erfassen.

Bei einzelnen Patienten dürfte es sich hier weniger um eine echte Verlagerung des Herzens, als vielmehr um eine Abplattung des Herzens mit Rechtsverbreiterung durch den Druck des Sternums gehandelt haben. In diesen Fällen konnte - wie schon berichtet - im Röntgenbild auch eine deutliche Abplattung des Herzens nachgewiesen werden. Das Herz war eingezwängt zwischen Wirbelsäule und Sternum.

Geräusche bei der Herzaktion waren in 3 Fällen zu hören. Bei diesen Kranken fand sich ein Systolikum über der Mitrals und der Herzspitze. Der 1. Ton war in 2 Fällen und der 2. Ton in einem Fall gespalten. P_2 war viermal und A_2 zweimal betont bzw. klappend.

Die elektrokardiographische Untersuchung zeigte als deutlichste Störung in 5 Fällen einen inkompletten Rechtsschenkelblock nach dem Typ Wilson bzw. eine lokalisierte Schädigung und Störung der Reizleitungsausbreitung. Davon wurde in einem Fall auf Grund negativer T-Zacken ein kongenitales Vitium vermutet.

Sinustachycardie bestand in 3 Fällen und eine ausgesprochene Bradycardie in 2 Fällen.

Je ein Patient zeigte Durchblutungsstörungen des Herzens, Myocardschaden und eine respiratorische Arrhythmie.

Über die Lage des Herzens liess sich auf Grund des EKG-Befundes nur bei 3 Patienten eine Aussage machen. Es handelte sich um einen Linkstyp, einen Steiltyp und einen Mitteltyp.

In 3 Fällen war das EKG normal; 5 Patienten wurden nicht untersucht.

Bei nur einer Patientin wurde eine Untersuchung mit dem Herzkatheter durchgeführt; man vermutete auf Grund des Röntgenbildes ein kongenitales Vitium. Es fanden sich aber völlig normale Werte.

Von der gleichen Patientin wurde auch ein EEG geschrieben; auch hier ergab sich kein pathologischer Befund. Der Grund für diese Untersuchung waren Krämpfe (arc de cercle'sche Krämpfe), die die Patientin in der Anamnese angegeben hatte. Diese Krämpfe haben sich, wie schon erwähnt, nach medikamentöser Dämpfung nicht mehr gezeigt.

Vorbereitung.

Von den hier operierten Patienten war nur in einem Fall wegen der bestehenden Trichterbrust vor der Operation eine stationäre Behandlung durchgeführt worden, die jedoch ohne Erfolg blieb. Die Vorbereitung auf die Operation beschränkte sich in der Mehrzahl der Fälle auf einen mehr oder weniger kurzen Aufenthalt in der Klinik; in dieser Zwischenzeit wurden meist die notwendigen Untersuchungen angestellt. 2 Patienten lagen vor der Operation nur einen Tag stationär.

Bei 3 Patienten wurde eine Atemgymnastik mit Pressübungen und Haltungsübungen durchgeführt. Dabei konnte in einem Fall die Vitalkapazität von 1300 auf 1600 gesteigert werden.

Der Patient, bei dem der Verdacht einer schwierigen Perikarditis bestand, war vor der Operation 4 Wochen in Bad Nauheim zur Kur. Bei einem anderen Patienten musste vor der Operation eine Infektion der oberen Luftwege zur Ausheilung gebracht werden.

In einem anderen Fall wurde einem kleinen, schwächlichen Patienten vor der Operation ein längerer Erholungsaufenthalt in einem Kindersanatorium empfohlen. Der Junge wurde dort mit allgemein robrierenden Massnahmen behandelt.

Nur ein Patient wurde medikamentös auf die Operation vorbereitet. Es handelte sich um einen vegetativ sehr labilen jungen Mann, der mit Luminal, Strophantin, Vit.B-Komplex und Vit.C behandelt wurde.

Laborbefunde.

Bei den Laboratoriumsuntersuchungen fand man in 5 Fällen eine Anämie, meist hypochromer Natur. Die Hb-Werte schwankten zwischen 55% und 74%. Die Senkung war nur in 4 Fällen auf Grund häufiger Erkältungskrankheiten deutlich beschleunigt. Bei einer Patientin bestanden zusätzlich Poikilocytose, Anisocytose, Polycytämie und Eosinophilie.

Operation.

Bei der Operation wurden die 3 schon beschriebenen Operationsverfahren angewandt. Es würde hier im Rahmen dieser Allgemeinbesprechung der Fälle zu weit führen, die kleinen Unterschiede in der technischen Durchführung der Operation bei jedem Patienten im einzelnen zu besprechen. Es möge also eine Eingliederung in die 3 oben erwähnten Operationverfahren genügen.

Es wurden operiert:

- 12 Fälle nach dem Verfahren I,
- 3 Fälle nach dem Verfahren II und
- 2 Fälle nach dem Verfahren III.

Die Operationen wurden alle in Intertrachealnarkose durchgeführt. Zugangsweg war nur in einem Fall ein U-förmiger Schnitt, sonst immer ein Längsschnitt.

Bei allen nach Verfahren I operierten Patienten wurde zur Hebung des Sternums eine Drahtextension mit 2 Drähten angelegt. Diese gingen in 2 Fällen durch das Sternum und in den restlichen Fällen unter dem Sternum durch. Fixiert wurden die Drähte an einer Spezialschiene, die als U-förmiger Bügel auf die vordere Thoraxwand aufgesetzt wurde (siehe Bildteil).

Während der Operation oder kurz danach wurden bei 9 Patienten Blutkonserven oder Infusionen mit Traubenzucker oder Kochsalz gegeben.

Bei einem 8-jährigen Patienten kam es im Anschluß an die Operation zum akuten Kreislaufversagen, das trotz medikamentöser Unterstützung ca. 20 Stunden nach der Operation zum Exitus letalis führte.

Bei der Sektion dieses Falles ergaben sich folgende Veränderungen: Linksverlagerung des Herzens und Verdickung der Herzklappen nach einer durchgemachten Endocarditis lenta. Ferner bestand eine chronische Bronchitis und eine Atelektase beider Unterlappen. Ausserdem fand sich ein Thymus persistens.

Komplikationen.

An Komplikationen kam es in 6 Fällen beim Abschieben der Pleura vom Sternum und den Rippen zum Einreissen der Pleura parietalis rechts. Die linke Pleura wurde nur in einem Fall verletzt. Bei einem Patienten fand sich ein Pleuraeinriss auf beiden Seiten.

Die Folge dieser Pleuraeinrisse war natürlich in erster Linie ein Pneumothorax, der durch Aufblähen der Lunge, Absaugen und anschliessender, sorgfältiger Pleuranäht in allen Fällen leicht beseitigt werden konnte. Nur in 2 Fällen fand sich bei der postoperativen Röntgenkontrolle noch ein schmaler Pneumothorax.

Unangenehmer waren die Folgen bei 3 Patienten, bei denen sich trotz wiederholter Punktionen ein Erguss nur sehr langsam beseitigen liess. In einem dieser Fälle konnte man später eine deutliche Verschwartung auf einer Seite feststellen.

Bei einer Patientin kam es zu einem schmalen Pneumothorax links, obwohl bei der Operation nichts von einer Pleuraverletzung bemerkt worden war.

Bei der Zurückverlagerung des Herzens und beim Abheben des Sternums zeigten sich bei einer anderen Patientin gehäuft Extrasystolen, die aber 10 Minuten später von selbst wieder verschwanden.

Zwei Patienten hatten für kurze Zeit nach der Operation paradoxe Atmung.

Verlauf.

Im übrigen zeigte der postoperative Verlauf keine Besonderheiten. Im Anschluss an die Operation wurden etwa 7 - 8 Tage lang bei allen Patienten Antibiotika gegeben. Das entspricht ungefähr der Dauer der Temperaturen, die im Durchschnitt 7 Tage nach der

Operation zur Norm abfielen. Nach durchschnittlich 11 Tagen durften die Patienten zum erstenmal aufstehen.

Bei 4 Patienten war während des Heilungsverlaufes ein plötzliches Ansteigen der Temperaturen zu verzeichnen, wohl als Folge der unten angeführten Abszesse. Es wurden ebenso wie bei einem anderen Patienten, bei dem längere Zeit subfebrile Temperaturen bestanden, nochmals Antibiotika gegeben, um eine sich evtl. entwickelnde Infektion (Pneumonie, Mediastinitis, Abszess) zu vermeiden.

In einem Fall kam es nach 4 Wochen zum Reißen des oberen Extensionsdrahtes. Die Extension selbst wurde durchschnittlich erst nach gut 6 Wochen entfernt.

Sekundärheilungen traten in 6 Fällen auf; davon war in 2 Fällen eine Nekrose eines kleinen Hautbezirktes am unteren Ende des Sternums und in 4 Fällen eine Abszessbildung an der Austrittsstelle eines Extensionsdrahtes sowie wenige cm neben der Narbe die Ursache.

Interessant ist es, dass davon 2 Abszesse auch bei der Operation nach Brunner (Dachfirststernum), also auch ohne Drahtextension auftraten.

Als Spätkomplikation bildete sich bei einem Patienten 4 Wochen nach der Operation (Verfahren I) eine Fistel am Unterende des Sternums als Ausführungsgang eines osteomyelitischen oder ostitischen Prozesses im Inneren des Sternums. Der Herd wurde operativ beseitigt. Ein halbes Jahr später kam der gleiche Patient noch einmal, um 2 Drahtnähte am Sternum beseitigen zu lassen. Gleichzeitig wurde eine Knorpelwucherung mitentfernt.

Zur Keloidbildung kam es nur in einem Fall an der Narbe; deshalb wurde bei dieser Patientin etwa ein halbes Jahr nach der Operation eine Narbenkorrektur durchgeführt.

Fast in allen Fällen wurde bald nach der Operation mit einer Atemgymnastik begonnen. Diese bestand meist in Blas- und Pressübungen zur Weitung des Thorax und in orthopädischer Gymnastik zur Normalisierung der Haltung und zur Umstimmung der oft überwiegenden Bauch- und Flankenatmung zur normalen Thoraxatmung. Die gesamte stationäre Behandlungsdauer der Patienten lag im Mittel bei genau 9 Wochen. Die Zeit bis zum Eintreten der vollen

Arbeitsfähigkeit dürfte sich also auf ein gutes Vierteljahr belaufen.

Vorläufige Ergebnisse unmittelbar nach der

Operation (Tab.8).

Diese Ergebnisse können natürlich nicht als endgültiges Faktum der Operation gewertet werden, da sich einmal die Verhältnisse im Thoraxinneren nach so kurzer Zeit noch nicht normalisiert haben, zum anderen aber auch keine genaue Beurteilung der Patienten gegeben werden kann, da diese den normalen täglichen Belastungen (Beruf) noch nicht wieder ausgesetzt waren.

Trotzdem ist es vielleicht ganz interessant das jetzige Ergebnis mit den Dauererfolgen zu vergleichen, um eine Aussage über die mögliche Entwicklung eines Rezidivs oder aber einer fortschreitenden Besserung machen zu können.

Die Ergebnisse werden am besten in 2 Gruppen unterteilt: einmal die funktionellen und zum anderen die kosmetischen Ergebnisse.

Dabei kann man wieder je 3 Gruppen unterscheiden:

- I a) Funktionell sehr gute Ergebnisse: der Patient hat subjektiv keinerlei Beschwerden mehr, er fühlt sich wohl. Von den hier untersuchten Patienten brachte die Operation in 13 Fällen ein Ergebnis, das als sehr gut bezeichnet werden kann.
- b) Funktionell gute bis befriedigende Ergebnisse: der Patient hat nur bei sehr starken Anstrengungen noch geringe Beschwerden, fühlt sich aber sonst wohl. Unter diese Gruppe mussten die Ergebnisse von 3 Patienten eingegliedert werden. Davon war bei einem Patienten die Atmung, wohl bedingt durch die Operation, noch etwas behindert und bei einem anderen Kranken bestanden noch mässige Schmerzen im Bereich des Sternums. Der 3. Patient zeigte für etwa 6 Wochen geringgradige paradoxe Atmung. Es darf vorweggenommen werden, dass diese noch bestehenden Beschwerden bald nach der Entlassung verschwanden. Der Zustand der Patienten hat sich normalisiert.
- c) Funktionell schlechte Ergebnisse: der Patient kann subjektiv keine Besserung seines Zustandes feststellen; Beschwerden bestehen nach wie vor in gleicher oder nur in wenig verminderter

Stärke. Unter den operativen Sofortergebnissen fand sich kein derartiger Fall. In gleicher Weise lassen sich auch die kosmetischen Ergebnisse unterteilen:

- a) Kosmetisch sehr gute Ergebnisse: Der Trichter ist völlig ausgeglichen, von einer Deformierung der vorderen Thoraxwand ist nichts mehr zu sehen. Ein solches Ergebnis fand sich hier in 9 Fällen.
- b) Kosmetisch gute bis befriedigende Ergebnisse: es besteht immer eine kleine Einziehung der vorderen Thoraxwand, oder es haben sich infolge eines Abszesses und einer dadurch bedingten Sekundärheilung unschöne Narben oder Unebenheiten der Brustwand gebildet. Von den 4 Patienten mit gutem bis befriedigendem Ergebnis zeigte sich in einem Fall bei der Entlassung als Folge der Nekrotisierung eines kleinen Hautbezirkes eine unschön und nicht völlig verheilte Wunde.

Bei dem 2. Patienten bestand nach der Operation noch immer eine geringfügige Einziehung des unteren Sternumabschnittes.

Die beiden anderen Patienten zeigten im Bereich der vorderen Thoraxwand verschiedene, mehr oder weniger starke Unebenheiten, z.T. Erhebungen und z.T. Vertiefungen, die wahrscheinlich durch eine verstärkte Regeneration im Bereich der resezierten Rippenknorpel bedingt waren.

- c) Kosmetisch schlechte Ergebnisse: der Trichter hat sich nur schlecht oder gar nicht ausgleichen lassen. Meist ist dabei der gesamte Thorax verbildet. Bei den 3 Patienten mit schlechtem kosmetischen Ergebnis liess sich die Deformität in einem Fall wohl wegen frühzeitiger Verknöcherung und überstarker Verbiegung der Rippen und ihrer Knorpel und in den beiden anderen Fällen auf Grund einer völligen Verbildung des gesamten Thorax einschliesslich der Wirbelsäule nicht ganz beheben.

Röntgenologisch blieb das Sternum in 2 Fällen noch ganz geringfügig eingezogen und in 3 Fällen war bei der Röntgenkontrolle noch immer eine Linksverlagerung des Herzens zu sehen.

Zur Frage der erfolgreichsten und günstigsten Operationsmethode kann hier nur am Rande Stellung genommen werden, da die Zahl der hier vorliegenden Fälle doch zu gering ist, um eine bindende Aussage machen zu können. Soweit aber ersichtlich ist, lässt sich

eine Egalisierung der vorderen Thoraxwand am besten mit dem Operationsverfahren I (Bügelmethode mit Drahtextension des Sternums) erreichen, obwohl gerade bei diesem Verfahren die Gefahr einer Fistelbildung oder eines eitrigen Prozesses besonders gegeben ist.

Nachuntersuchung.

Zur Beurteilung der Dauererfolge, die sich bei einer Trichterbrustoperation erzielen lassen, wurden diese oben angeführten Patienten jetzt nachuntersucht.

Ergebnisse der Nachuntersuchung.

Von den 18 Patienten, die in den letzten 10 Jahren die Chirurgische Universitätsklinik München aufgesucht haben, kam ein Patient - wie schon berichtet - 20 Stunden post operationem ad exitum. Weitere 2 Patienten haben sich zu einer Nachuntersuchung nicht eingefunden und ein Patient konnte nur schriftlich nach dem Ergebnis der Operation befragt werden.

Es bleiben also hier zur Beurteilung der Nachuntersuchungsergebnisse noch 14 Patienten. Dabei beträgt die Zeitspanne zwischen Operation und Nachuntersuchung im längsten Fall 8 Jahre und im kürzesten Fall 1/4 Jahr.

Die Nachuntersuchung erstreckte sich routinemässig auf folgende Punkte:

- 1.) Erhebung der Zwischenanamnese
- 2.) Befund
 - a) äussere Erscheinung und Allgemeinbefund
 - b) Lokalbefund
 - c) Herz
 - d) Lunge, Vitalkapazität
 - e) Röntgen
 - f) EKG
- 3.) Laboruntersuchungen
 - a) Blutbild
 - b) Senkung

Es erscheint günstig, das Ergebnis der Untersuchung des einen nicht operierten Patienten (Fall 18) vorwegzunehmen.

Dieser Patient gab auf Befragen ein deutliches Zunehmen der subjektiven Beschwerden innerhalb des letzten Jahres an. Die Atembeschwerden seien stärker geworden und er bekomme häufiger Seitenstechen. Die subjektive und objektive Leistungsfähigkeit habe deutlich abgenommen.

Im Gegensatz dazu fand sich aber bei ihm interessanterweise keine wesentliche objektive Befundverschlechterung. Der sternovertebrale Durchmesser betrug wie vor einem Jahr immer 12,5 cm. Das Sternum war nur geringfügig eingezogen. Am Herzen fand sich nach wie vor weder bei der Auskultation und Perkussion noch im EKG eine pathologische Veränderung.

Bei den 13 operierten Patienten hat die Nachuntersuchung dagegen folgendes ergeben:

Zwischenanamnese (Tab.4).

10 Patienten waren in der Zwischenzeit nicht ernstlich erkrankt. Davon liess allerdings ein Patient 2 Jahre nach der Operation in einer auswärtigen Klinik eine plastische Einebnung der vorderen Thoraxwand vornehmen - es wurden dabei kleine Vertiefungen mit alloplastischem Material aufgefüllt - und 2 Patienten gaben häufig rezidivierende Bronchitiden und Katarrh an.

Krank waren in der Zwischenzeit nur 4 Patienten. In einem Fall hatte eine Patientin zweimal eine Pneumonie durchgemacht und eine ander Patientin war 7 Jahre nach der Operation tonsillektomiert worden, weil sich bei ihr die Herzbeschwerden, die vor der Operation bestanden, wieder eingestellt hatten. Ein weiterer Patient war an "Drüsenschwellung" erkrankt und der 4. Patient war in der Zwischenzeit appendektomiert worden.

Ein völliges Fehlen bzw. ein Verschwinden der Beschwerden gaben 7 Patienten an. Unter diese sind auch die Patienten gezählt, die vor der Operation auch beschwerdefrei waren.

In 6 Fällen trat nur eine wesentliche Besserung der Symptome ein; d.h.: normalerweise bestehen keine Beschwerden und nur bei stärkster Anstrengung treten Herzjagen oder geringfügige Atemnot auf. In allen diesen Fällen wurde aber trotzdem von den Patienten eindeutig eine deutliche Zunahme der Leistungsfähigkeit seit der Operation angegeben.

Nur in einem einzigen Fall brachte die Operation keinen Erfolg. Die Patientin gab, wie schon oben erwähnt an, dass sich die Gesamtheit der Beschwerden nach kurzfristiger Besserung durch die Operation verhältnismässig bald nach dem Eingriff wieder eingestellt hätten. Allerdings kann vorweggenommen werden, dass sich bei dieser Patientin auch objektiv keine wesentliche Befundbesserung erzielen liess. Der sternovertebrale Durchmesser hat durch

die Operation höchstens $1/2$ cm zugenommen. Er betrug nach der Operation 8,5 cm. Rein äusserlich gesehen hat sich bei dieser Patientin die Deformität aber gut ausgleichen lassen. Der Trichter war fast ganz ausgeglichen. Die Patientin war natürlich auf Grund des schlechten funktionellen Ergebnisses nicht mit der Operation zufrieden.

Auf andere Weise nicht zufrieden waren 3 andere Patienten mit dem kosmetischen Ergebnis. In einem Fall wurde dabei eine allmähliche Verschlechterung des anfänglich guten Erfolges angegeben.

Ein Patient äusserte, dass der volle Erfolg sich bei ihm erst 2 Jahre nach der Operation eingestellt habe. Bis zu diesem Zeitpunkt habe er sich nicht wohl gefühlt und im Bereich der Narbe und des Sternums seien immer wieder oft sehr starke Schmerzen aufgetreten.

Alle übrigen Patienten waren mit dem Ergebnis der Operation in jeder Hinsicht zufrieden (Tab.9).

Das äussere Erscheinungsbild.

Das äussere Erscheinungsbild der Patienten hat sich im Vergleich zu den Befunden vor der Operation nicht wesentlich verändert. Bei 10 Patienten konnte man von einem ausgesprochen asthenischleptosomen Konstitutionstyp sprechen. Ein Patient zeigte pyknische und ein anderer athletische Konstitution. Die restlichen 2 nachuntersuchten Patienten waren von normalem Erscheinungstypus.

Der Allgemein- und Ernährungszustand war in einem Fall sehr gut, in 6 Fällen gut und in 4 Fällen mässig reduziert.

5 Patienten zeigten eine ausgesprochen schlechte, vornübergebeugte Haltung mit hängenden Schultern. Bei den übrigen Patienten war die Haltung weitgehend normal.

Die übrigen, früher angegebenen Missbildungen neben der Trichterbrust fanden sich natürlich auch nach der Operation wieder. Nur bei einer Patientin (Fall 8) konnte ein vorher vorhandener Nystagmus nicht mehr nachgewiesen werden.

Thorax- und Trichterform.

Die Thoraxform hat sich bei allen Patienten fast nicht verändert. Da der sagittale Durchmesser aber in allen Fällen zugenommen hat, erschien bei einigen Patienten der Thorax nicht mehr so stark abgeplattet.

Nicht ganz normal war in 5 Fällen die Atemtätigkeit. Es bestand eine gewisse Starre im Bereich der oberen Thoraxhälfte und die Atmung beschränkte sich bei diesen Patienten hauptsächlich auf die Belüftung der unteren Thoraxpartien. Es bestand Flankenatmung (costale Atmung) und Bauchatmung.

Die Brustwirbelsäule zeigte nur in 4 Fällen eine deutliche Veränderung; sie war bei 2 Patienten skoliotisch verkrümmt. In einem Fall fand sich eine zunehmende Kyphoskoliose und bei dem 4. Patienten bestand wie vor der Operation eine völlige Aufhebung der Brustwirbelsäulenkyphose.

Die Erfolge, die sich in einer beschränkten Normalisierung der gesamten Thoraxform zeigten, waren wohl hauptsächlich durch die verhältnismässig guten Ergebnisse bei der Rekonstruktion der vorderen Thoraxwand bedingt. In 7 Fällen konnte die Deformität völlig beseitigt werden, sodass Niveaugleichheit des Sternums und der angrenzenden Rippen bestand und man kaum mehr von einer muldenförmigen Eindellung sprechen konnte. Davon bestanden allerdings bei 2 Patienten kleinere Unebenheiten im Bereich der sich regenerierenden Rippenknorpel, die das übrige Niveau um wenige Millimeter überragten.

Bei 2 Patienten blieb trotz wesentlicher Besserung das Sternum auch nach der Operation noch um etwa 3 cm eingezogen; davon konnte ein Patient durch Zurücknehmen der Schultern diese Eindellung willkürlich fast ganz beseitigen.

Nur in 4 Fällen war keine Besserung der Deformität zu verzeichnen. In einem Fall (asymetrischer Trichter) blieb das Sternum nach der Operation nicht nur eingezogen sondern war auch nach links verlagert. Bei einem anderen Patienten hat das Sternum wegen der zurückbleibenden Einziehung nach der Resektion des Processus ensiformis keinen festen Anschluss mehr an die Rippenbögen gefunden.

Herzbefund.

Auch bei der Perkussion der Herzgrenzen zeigte sich deutlich ein Erfolg der Operation. Die Grenzen fanden sich bei 9 Patienten im Bereich der Norm. Nur in 3 Fällen bestand noch eine deutliche Verlagerung bzw. Verbreiterung des Herzens nach links (vor der Op. 10 Fälle). In weiteren 3 Fällen war eine Linksverlagerung nur noch angedeutet (Tab. 6).

Bei der Auskultation konnte man nur bei 2 Patienten eine Rhythmuschwankung im Sinne einer respiratorischen Arrhythmie finden. In 4 Fällen war über der Mitralis bzw. der Herzspitze ein systolisches Geräusch bei der Herzaktion zu hören (vor der Op. 3 Fälle). Bei einem Patienten konnte ein vor der Operation bestehendes Systolikum nicht mehr deutlich nachgewiesen werden.

In 2 Fällen war der 1. Ton und in 4 Fällen der 2. Ton gespalten. Bei 5 Patienten fand sich ein betontes P_2 . Der Verdacht auf Rechtsbelastung wurde davon bei 2 Patienten, vermutlich infolge eines Mitralvitiums, geäußert.

Lungenbefund.

Der Lungenbefund war perkutorisch und auskultatorisch völlig normal. Nur bei einem Patienten konnte man ein verschärftes Atemgeräusch hören.

Die Werte der Vitalkapazität schwankten je nach Alter zwischen 1400 und 4900. Die Werte fanden sich in einigen Fällen knapp unter der unteren Grenze der Norm.

Röntgenbefund.

Das Röntgenbild zeigt am besten die objektiven Erfolge der Operation. Der sternovertebrale Durchmesser und damit das Volumen des Thoraxinnenraumes hat in allen Fällen mehr oder weniger deutlich zugenommen (Tab. 7). Die Zunahme des sternovertebralen Durchmessers beträgt durchschnittlich 3,5 cm.

Während in nur 2 Fällen das Sternum nach der Operation noch deutlich nach dorsal ausgebuchtet war, zeigte sich bei 8 Patienten nur noch eine geringfügige Verbiegung des Brustbeines.

Über die Veränderungen der Brustwirbelsäule wurde schon oben berichtet. 2 Patienten hatten eine rechtskonvexe Skoliose und

bei einem Patienten, der schon vor der Operation eine starke Kyphoskoliose zeigte, hat sich die Torsion der Wirbelsäule verstärkt. Im 4. Fall war die physiologische Brustwirbelsäulenkyphose ganz aufgehoben.

Das Herz war nur noch in 4 Fällen gegenüber 10 Fällen vor der Operation nach links verlagert; gleichzeitig war es in 2 Fällen um seine eigene Achse gedreht. Bei 5 Patienten zeigte sich im Röntgenbild am Herzen ein deutliches Hervortreten des Pulmonalbogens.

Elektrokardiogramm.

Die Ergebnisse der elektrokardiographischen Untersuchung zeigten nur wenige Unterschiede zu den Befunden vor der Operation. Man fand nur in 4 Fällen einen inkompletten Rechtsschenkelblock gegenüber 5 Fällen vor der Operation. Bei dem 5. Patienten zeigte sich bei der Nachuntersuchung lediglich eine atypische Herzlage aber kein pathologischer Befund. In 2 Fällen bestand ein abnormer Erregungsablauf im Ventrikelbereich mit dem Verdacht auf Rechtshypertrophie und Rechtsbelastung.

3 Patienten zeigten bezüglich der Herzlage einen Steiltyp.

Laborbefunde.

Bei der Untersuchung des Blutbildes bestand in 2 Fällen eine hypochrome Anämie; in 3 Fällen war es eine Anämie mit normochromem Charakter.

Bei 5 Patienten war die Blutsenkung beschleunigt. Dazu zeigte sich in einem Fall eine leichte Leucocytose mit 14 400 Leukocyten und bei einem anderen Patienten eine relative Lymphocytose mit 46% Lymphocyten. Im übrigen waren die Laborbefunde normal.

Endgültige Ergebnisse der operativen Behandlung der Patienten (Tab.8).

Vergleicht man die Ergebnisse der Operation und das Befinden der Kranken unmittelbar im Anschluss an die Operation mit einem späteren Zustand, so zeigt sich, dass die durch die Operation erzielten Frühergebnisse durch den postoperativen Heilverlauf,

durch Vernarbungen und durch Regenerationen sowohl positiv als auch negativ beeinflusst werden können. Dies betrifft in erster Linie das subjektive Befinden, also das sog. funktionelle Ergebnis.

Bei unseren Patienten konnte in einem Fall eine Besserung des Ergebnisses beobachtet werden; bei diesen Patienten verschwand die nach der Operation bestehende leichte paradoxe Atmung mit Hilfe einer gründlichen, längere Zeit andauernden Atemgymnastik.

In 4 Fällen verschlechterte sich das anfänglich sehr gute Ergebnis. Das war der Fall einmal und besonders ausgeprägt bei der oben schon erwähnten Patientin, bei der sich die Beschwerden bald nach der Krankenhausentlassung wieder eingestellt haben, zum anderen bei 3 Patienten, die erst längere Zeit nach der Operation bei stärkerer Belastung wieder über leichte Atembeschwerden klagten.

Man kann hier noch einen 5. Fall anführen, bei dem sich das Ergebnis nur indirekt verschlechtert hat. Während bei der Entlassung des Patienten aus der Klinik bei der Atmung noch Schmerzen im Bereich des Sternums bestanden, gibt der Patient heute zwar keine derartigen Beschwerden mehr an, dagegen klagt auch er über geringe Atemnot bei stärkerer Anstrengung. So konnte das Ergebnis sowohl zum Zeitpunkt der Entlassung wie auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht als sehr gut, sondern nur als gut bis befriedigend bezeichnet werden.

Das kosmetische Ergebnis hat sich nur in 3 Fällen verschlechtert. Bei einem Patienten bildete sich im Laufe der Zeit wieder eine kleine Einziehung im Bereich des unteren Sternumendes, die aber bei aufrechter Haltung des Patienten bis auf eine kleine Mulde ausgeglichen werden kann.

Bei dem zweiten Patienten ist das Sternum in seiner ganzen Ausdehnung und in etwa 10 cm Breite um 1 cm eingesunken, wobei aber das kosmetische Ergebnis nur geringfügig gelitten hat. Das Bild hat jetzt Ähnlichkeit mit einer ganz flachen Rinnenbrust.

Beim 3. Patienten mussten ein nach dem Eingriff entstandener osteomyelitischer Herd und eine Knorpelwucherung operativ entfernt werden. Es kam durch die Sekundärheilung zu Unebenheiten an der Thoraxwand.

Zusammenfassend waren die Endergebnisse der Operation folgende:

Funktionell ergaben sich in 8 Fällen sehr gute Ergebnisse; dabei bestanden keinerlei Beschwerden mehr und die Atmung war durch die Operation nicht mehr behindert.

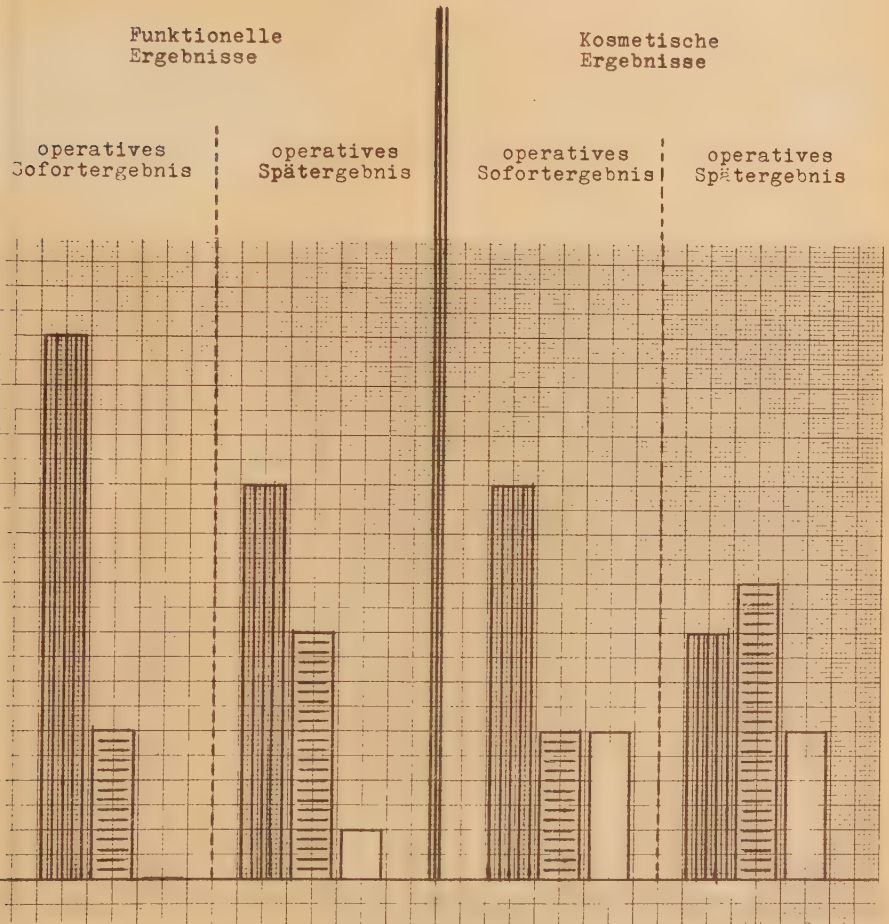
In 4 Fällen waren die Ergebnisse nur gut bis befriedigend, da bei starken Anstrengungen noch geringe Atembeschwerden bestanden. Nur in einem Fall war das funktionelle Ergebnis schlecht.

Kosmetisch gesehen liessen sich in 4 Fällen sehr gute, in weiteren 6 Fällen nur gute bis befriedigende Ergebnisse erzielen. Dabei handelte es sich bei letzteren um Patienten, bei denen im Bereich der vorderen Thoraxwand noch kleine Mulden oder geringe Erhebungen bestanden.

Bei 3 Patienten konnte der Trichter nicht oder nur wenig ausgeglichen werden. Das kosmetische Ergebnis war bei diesen Patienten schlecht.

Dabei decken sich die kosmetisch schlechten Fälle nicht mit mangelhaften Ergebnissen in funktioneller Hinsicht.

Tab.8: Vergleich der operativen Sofort- und
Spätergebnisse.

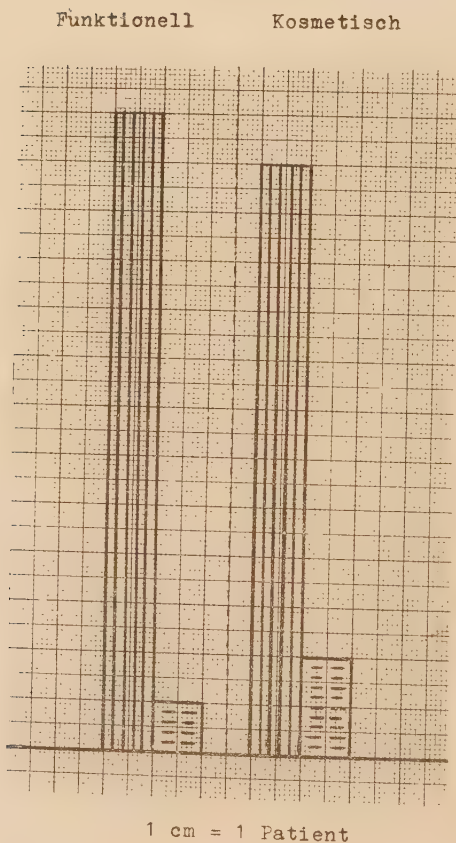


1 cm = 1 Patient

-  = Sehr gute Ergebnisse
-  = Gute Ergebnisse
-  = Schlechte Ergebnisse

Um genau vergleichen zu können, wurden in diese Aufstellung nur die Patienten hereingenommen, die auch nachuntersucht werden konnten.

Tab.9: Die subjektive Einstellung der Patienten zu den funktionellen und kosmetischen Ergebnissen der Operation.



- = Der Patient ist mit dem Ergebnis zufrieden.
- = Der Patient ist mit dem Ergebnis nicht zufrieden.

III. Diskussion und Schlussfolgerung aus den Untersuchungsergebnissen.

Als Beitrag zur Klärung der Frage, welche Aussichten auf Erfolg eine Operation bei bestehender Trichterbrust hat und ob die erzielten Ergebnisse das Operationsrisiko aufwiegen können, wurden die Patienten der Chirurgischen Universitätsklinik München, die in den letzten 10 Jahren wegen einer bestehenden Trichterbrust dort untersucht und operiert wurden, jetzt nachuntersucht. Es handelte sich um 18 Fälle von Trichterbrust; davon ist ein Patient nicht operiert worden.

Der Zustand der Patienten vor der Operation mit Anamnese, Beschwerden und klinischem Befund entsprach dem in der Literatur als typisch geschilderten Bild. Als Hauptbeschwerden und Symptome wurden Atemnot und Leistungsschwäche angegeben. Unter den Befunden zeigte sich am häufigsten ein abgeplatteter Thorax, eine Linksverlagerung des Herzens und ein inkompletter Rechtsschenkelblock.

Sofort nach der Operation waren die subjektiven Beschwerden bei allen Patienten völlig oder zumindest grösstenteils verschwunden. Nur bei einer Patientin stellten sich späterhin die alten Beschwerden in vollem Ausmass wieder ein.

Die objektiven Befunde konnten in fast allen Fällen, soweit es sich nicht um Dauerschäden wie z.B. einen Rechtsschenkelblock handelte, gebessert werden.

Das kosmetische Ergebnis liess nur in 3 Fällen zu wünschen übrig. Bei diesen Patienten bestand allerdings - wie schon berichtet - ein durch die Trichterbrust bedingter, völlig deformierter Thorax mit starker assymetrischer Verbiegung der Rippen und einer Torsionsskoliose der Brustwirbelsäule. Der sternovertebrale Durchmesser konnte bei allen Patienten durch die Operation vergrössert werden.

Als Operationsverfahren war in 3 Fällen nach dem oben geschilderten Verfahren 2 (nach Brunner), in 2 Fällen nach Verfahren 3 (Umdrehen des Sternums) und in den restlichen 12 Fällen nach Verfahren 1 (Bügelmethode) vorgegangen worden.

Auch die Ergebnisse der jetzt angestellten Nachuntersuchung, die wohl eher als Dauererfolge gewertet werden können als die operativen Sofortergebnisse, haben ziemlich eindeutig gezeigt, dass

eine Operation bei bestehender Trichterbrust in fast allen Fällen durchaus zufriedenstellende Resultate ergibt. Von den hier operierten Patienten waren bei der Nachuntersuchung 10 mit dem Ergebnis der Operation voll zufrieden und bezeichneten die erreichte Besserung als ganzen Erfolg. Ebenfalls zufrieden mit dem funktionellen Ergebnis waren zwei weitere Patienten, äusserten aber bezüglich des kosmetischen Erfolges eine gewisse Unzufriedenheit. Nur eine Patientin und das ist jene, bei der sich funktionell überhaupt keine Besserung erreichen liess, war mit dem Gesamtergebnis der Operation nicht zufrieden und äusserte sich dahingehend, dass sie heute von einer derartigen Operation Abstand nehmen würde.

Wie sich bei den hier untersuchten Patienten weiter zeigte (Fall 9, 10, 15), lässt sich besonders in den Fällen ein gutes Operationsergebnis erreichen, in denen noch keine sehr starke Deformität bestet, bzw. die Rippen und insbesondere die Rippenknorpel noch nicht starr geworden sind. Ebenso lassen sich dann bessere Ergebnisse erzielen, wenn noch keine sekundären, durch die Trichterbrust bedingten Veränderungen besonders der Brustwirbelsäule entstanden sind. In diesen Fällen lässt sich der Trichter leicht ausgleichen und die gesamte Form des Thorax kann sich durch eine folgende Atemgymnastik wieder normalisieren.

Gute Erfolge lassen sich aber auch dann erzielen, wenn die Einziehung hauptsächlich auf das Sternum ohne stärkere Beteiligung der Rippen beschränkt blieb. Eine starke und schon starre Verkrümmung der Rippen führt sehr schnell zu einer Mitbeteiligung der Brustwirbelsäule und damit zur Deformierung des gesamten Thoraxskelettes und die Deformität kann immer schwieriger ausgeglichen werden (Fall 4). Das ist der Hauptgrund, eine Operation möglichst frühzeitig, etwa um das 10. Lebensjahr durchzuführen.

Ebenso hat sich aus den Angaben zweier Patienten (Fall 4 und 17) ergeben, dass eine konservative Therapie allein wenig Aussichten auf Erfolg hat, sobald sich erst einmal eine deutliche Einziehung gebildet hat. Es besteht höchstens die Möglichkeit im Frühstadium der Trichterbrust, also bei beginnender Einziehung, durch eine kontrollierte Atemtätigkeit d.h. durch möglichst weitgehende Einschränkung der Bauchatmung eine Weiterentwicklung der Deformität zu verhindern.

Durch die normale Atmung, bei der das Sternum und die Rippen bei der Inspiration angehoben und nach vorn bewegt werden, können nämlich evtl. bestehende, übermässige derbe Züge und Verwachsungen am Unterende des Sternums langsam gedehnt werden und bleiben dadurch auch bei der Zunahme des Thoraxtiefendurchmessers während des Wachstums nicht zurück.

Auf Grund unserer Untersuchungen und der Angaben unserer Patienten in der Anamnese liegt die Vermutung nahe, dass die Einziehung nicht in erster Linie durch ein Einsinken des Sternums nach hinten entsteht, sondern dass der Abstand Sternum - Wirbelsäule starr ist, sich aber trotzdem in der Wachstumsperiode durch das Grössenwachstum der Organe und die Zunahme des Thoraxvolumens relativ verkleinert.

Sowohl durch das Längenwachstum der Rippen, als auch durch eine kompensatorische Vergrösserung der Thoraxhöhle nach der Seite und nach vorn ergibt sich langsam eine bogenförmige Vorwölbung der Rippen. Dadurch erscheint es von aussen, als ob das Sternum immer weiter nach hinten gezogen wird.

An dem Fall unseres nicht operierten Patienten konnte das besonders deutlich beobachtet werden. Der sternovertebrale Durchmesser war - wie schon erwähnt - trotz deutlicher Zunahme der Beschwerden auch nach einem Jahr noch gleich geblieben.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus ist es zu erklären, dass sich fast in jedem Fall dann durch die Operation ein Erfolg einstellt, wenn es gelingt, die eventuell beim Wachstum unterbliebene Vergrösserung des sternovertebralen Durchmessers auszugleichen.

Von einem bedingten funktionellen Erfolg kann man auch dann sprechen, wenn trotz der Zunahme des Thoraxvolumens nach der Operation noch Beschwerden bestehen, da doch die Fixierung des Sternums zunächst einmal aufgehoben und die Weiterentwicklung der Deformität unterbrochen ist.

Weiterhin erklärt sich aber aus den obigen Ausführungen die unbedingte Notwendigkeit einer postoperativen Atemgymnastik, um einer erneuten, wenn auch meist geringen Verkürzung des sternovertebralen Durchmessers als Folge einer Vernarbung entgegenzuwirken und einen bleibenden Erfolg zu erhalten. Es ist möglich, dass bei unseren Patienten, bei denen nach der Operation wieder leichte

Atembeschwerden aufgetreten sind, der Grund dafür nicht unbedingt in einer Dauerschädigung des Herzens zu suchen ist, sondern dass die Beschwerden Folge einer erneuten durch die Vernarbung bedingten Einziehung sein können.

Zusammenfassend kann man sagen:

Soll eine Trichterbrust bei bestehenden Beschwerden mit Erfolg behandelt werden, so ist eine möglichst frühzeitige Operation die Therapie der Wahl. Rein kosmetische Momente dürften dabei aber im allgemeinen nicht ausreichen, um einen derartig grossen Eingriff zu indizieren.

Die Hauptgründe für eine derartige Operation sind:

- 1) Die Operation bietet die Möglichkeit, um mit einer Atemtherapie wirksam eingreifen zu können.
- 2) Bei noch nicht so starker Einziehung ist ein besseres kosmetisches Ergebnis gewährleistet.
- 3) Durch die Möglichkeit, eine bestehende Deformierung besser ausgleichen zu können, ist andererseits auch ein besseres funktionelles Ergebnis möglich.
- 4) Das Operationsrisiko ist geringer.
- 5) Spätschäden und Dauerschäden können vermieden werden.

IV. Zusammenfassung.

An Hand der Literatur wird ein kurzer geschichtlicher Rückblick gegeben. Die Häufigkeit und das Problem der Ätiologie der Trichterbrust wird besprochen. Ebenso werden die in der Literatur angegebenen, für die Trichterbrust typischen Beschwerden und das klinische Bild der Patienten beschrieben. Die Möglichkeiten und Ergebnisse der konservativen und operativen Therapie werden verglichen. Die verschiedenen Ansichten über die Strenge der Indikationsstellung und den Zeitpunkt einer Operation sowie über die möglichen Komplikationen eines solchen Eingriffs werden dargelegt. Nach Durchsicht der Literatur kommt man zu dem Schluss, dass die Prognose der Trichterbrust nach einer Operation wesentlich günstiger ist als nach einem konservativen Therapieversuch.

Als Beitrag zu der Frage, ob eine Operation bei bestehender Trichterbrust Aussicht auf Erfolg hat, wurden die Patienten der Chirurgischen Universitätsklinik München, die in den letzten 10 Jahren wegen einer bestehenden Trichterbrust dort operiert und behandelt worden waren, jetzt nachuntersucht. Der Zustand vor der Operation mit Anamnese, Beschwerden und klinischem Bild inklusiv der Operation selbst und deren Sofortergebnis werden beschrieben. Die Nachuntersuchungsergebnisse werden aufgezeichnet und mit den früheren Befunden verglichen. Es finden sich bis auf 4 Fälle bei allen Patienten zufriedenstellende Ergebnisse. Von diesen 4 Fällen zeigte ein Fall ein schlechtes funktionelles und 3 Fälle ein schlechtes kosmetisches Ergebnis. Der sternovertebrale Durchmesser hat in allen Fällen zugenommen. Auf Grund der Ergebnisse kam man zu dem Schluss, dass die einzig aussichtsreiche Therapie bei einer bestehenden Trichterbrust mit Beschwerden eine frühzeitige Operation ist. Allerdings ist im Anschluss daran eine Atemgymnastik unbedingt erforderlich.

V. Lebenslauf.

Am 29. Juli 1936 wurde ich als Sohn des Reichsbahnrates Heinrich Lehner und dessen Ehefrau Irmgard Lehner, geb. Dippold, in Nürnberg geboren. Ich besuchte in den Jahren 1942 - 1946 die Volksschulen in Würzburg und Ansbach. Im Herbst 1946 trat ich in das Humanistische Gymnasium Ansbach ein und wechselte im Frühjahr 1949 an das Neue Gymnasium Nürnberg über. Nach erneutem Wechsel an das Humanistische Gymnasium Aschaffenburg legte ich dort im Jahre 1954 die Reifeprüfung ab.

Das Studium der Medizin begann ich im Wintersemester 1954/55 an der Universität Würzburg. An der gleichen Universität bestand ich im Frühjahr 1957 die ärztliche Vorprüfung. Im Wintersemester 1957/58 setzte ich mein Studium an der Universität München fort. Nach dem Wintersemester 1959/60 legte ich an dieser Universität die ärztliche Prüfung ab. Seit 1. August 1960 bin ich am Kreiskrankenhaus Mainburg auf der Chirurgischen Station als Medizinalassistent tätig.

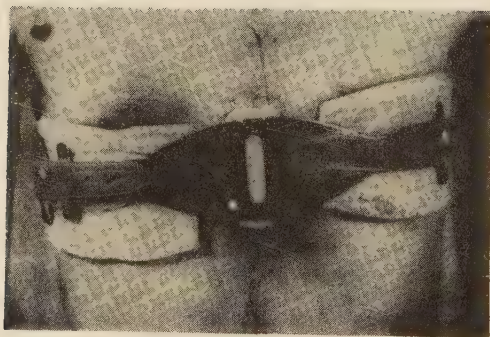
Hans Lehner

VI. Literaturverzeichnis.

1. Bär, C.G. und Mitarbeiter: Über die Beeinflussung des Herzens und der Atmung durch die Trichterbrust; DMW 83.J., S.282 (1958).
2. Bien, G.: Zur Anatomie und Ätiologie der Trichterbrust; Beitr. path. Anat. Bd.52, S.567 (1912).
3. Brandt, G.: Die verschiedenen Formen der Trichterbrust und ihre operative Behandlung; Thoraxchirurgie Bd.1, N.1, S.57 (1953).
4. Brandt, G.: Die operative Behandlung der Trichterbrust; Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 39.Kongr., S.295 (1951).
5. Brown, L.: Pectus excavatum. Anatomic Basis, Surgical Treatment of incipient Stage in Infancy and Correction of Deformity in fully Developed Stage; J.Thor.Surg. vol.9, S.164 (1939).
6. Bruck, H. und W.Lorbeck: Die angeborene Trichterbrust und ihre chirurgische Behandlung; Langenbecks Archiv klin. Chir. Bd.281, S.465 (1955).
7. Brunner, A.: Zur operativen Behandlung der Trichterbrust; Chirurg 25.J., H.7, S.303 (1954).
8. Brunner, A.: Zur operativen Behandlung der Trichterbrust; Schweizer Med.W. 84.J., S.1025 (1954).
9. Chlumsky: Über die Trichterbrust; Zschr. orthop. Chir. Bd.8, S.465, (1901).
10. Frey, E.K.: Disk. zu Übermuth; Ges.Chir. 74.Tg., München (1957).
11. Ebstein, W.: Über die Trichterbrust; Dtsch.Arch.klin.Med..Bd.30, S.411 (1882).
12. Hansen, J.L. und Ove Jakoby: The respiratory function before and following surgery in cases of funnel chest; Acta chir.Scand. vol.111, S.226 (1956).
13. Hegemann, G.: Die operative Behandlung der Trichterbrust; Verh. Dtsch.Orthop.Ges. Bd.88, S.141 (1957).
14. Hegemann, G. und H.Schoberth: Die operative Behandlung der Trichterbrust; DMW 83.J., S.277, (1958).
15. Henschen und Naegeli: Die Chirurgie der Brustwand, Handbuch der praktischen Chirurgie 5.Auflage, Bd.2, S.693 und 979, Stuttgart (1924).
16. Hoffmeister, W.: Die Operation der angeborenen Trichterbrust; Bruns' Beitr.klin.Chir. Bd.141, S.215 (1927).
17. King, F.G.: Surgical Correction of Funnel Chest; An.Surg. Bd.136, S.798 (1952).
18. Lang, K.: Beiträge zur Frage der Haltungs- und Brustkorbanomalien in der Schulzeit; Klin.Zsch. 7.J., S.1283 (1928).
19. Lester, Ch.W.: Funnel Chest: its Cause, Effects and Treatment; J.Pediatr. vol. 37, N.2, S.224 (1950).
20. Lester, Ch.W.: Funnel Chest and Allied Deformities of the Thoracic Cage; J.Thor.Surg. vol.19, N.4, S.507 (1950).

21. Lester, Ch.W.: Trichterbrust und damit verbundene Deformierungen des Brustkorbes; Zsch.für Tuberkulose Bd.102, S.342, (1953).
22. Lester, Ch.W.: Pigeon Breast, Funnel Chest, and other Congenital Deformities of The Chest; J.A.M.A. vol.156, S.1063, (1954).
23. Lindskog, G.E. und W.L.Felton II: Pectus excavatum. A report of eight cases with surgical correction; Surg.etc. vol.95 S.615, (1952).
24. Lindskog, G.E. und W.L.Felton II: Considerations in the surgical treatment of pectus excavatum; Ann.Surg. vol.142, S.654 (1955).
25. Mahoney, E. und G.L.Emerson: Surgical Treatment of the Congenital Funnel Chest Deformity; A.M.A.Arch.Surg. vol.67, S.317 (1953).
26. Nissen, R.: Indikationen und Methodik operativer Korrektur der Trichterbrust; Moderne Probl.Pädiatrie S.730 (1954).
27. Oberniedermayr, A.: Chirurgische Behandlung der Trichterbrust; Med.Klin. 50.J., S.762, (1955).
28. Ochsner, A. und M. de Bakey: Chone-Chondrosternon; J.Thor.Surg. vol.8, S.469 (1939).
29. Ombrédann, L.: Bull.mém.Soc.nat de chir. vol.57, S.1126, (1931).
30. Rehbein, F. und H.H.Wernicke: Operation der Trichterbrust; Zschr für Orthopädie und ihre Grenzgebiete 89.Bd., S.475, (1957).
31. Rehbein, F. und H.H.Wernicke: Operative Beseitigung der Trichterbrust; Kinderärztliche Praxis 23.J., S.126, (1955)
32. Rydell, J.R. und Jennings, W.K.: The Surgical Treatment of Funnel Chest Deformity; A.J.Surg. vol.88, S.69 (1954).
33. Sauerbruch, F.: Operative Beseitigung der angeborenen Trichterbrust; Dtsch.Zschr.Chir. Bd.234, S.760 (1931).
34. Scheer, R.: Über eine neue Methode der chirurgischen Behandlung der Trichterbrust; Chirurg 28.J., S.312 (1957).
35. Scheer, R.: Intrasternale Phlebographie. Chirurg 28.J., S.550 (1957).
36. Schröcksnagel, H. und H.Platzgummer: Zur Ätiologie und Atemtherapie der Trichterbrust; Bruns' Beitr.klin.Chir. Bd.190, S.169, (1955).
37. Stich und Bauer: Lehrbuch der Chirurgie!
38. Übermuth, H.: Erfahrungen zur Operation der Trichterbrust; Langenbecks Archiv Bd.287, S.234 (1957).
39. Übermuth, H.: Zur Operation der Trichterbrust; Zentralbl.Chir. 83.J., S.511 (1958).
40. Versé, M.: Über die congenitale Trichterbrust mit besonderer Berücksichtigung der normalen Verhältnisse; Beitr. path.Anat. Bd.48, S.311 (1910).
41. Wachtel, F.W. und Mitarbeiter: The Relation of Pectus Excavatum to Heart Disease; A.HeartJ. vol.52, N.1, S.121, (1956).
42. Wanke, R.: Anzeigestellung zur operativen Behandlung der Trichterbrust (Kongressbericht); Langenbecks Archiv Bd.276, S.406 (1953).

43. Wanke, R.: Anzeigestellung zur operativen Behandlung der Trichterbrust; Zentralblatt f. Chir. 78.J., S.771 (1953).
44. Wegmann, T. und F. Schaub: Die klinische Bedeutung der Trichterbrust; Schweizer Med. W. 83.J., N.41, S.986, (1953).
45. Witt, A. N.: Die operative Behandlung der Trichterbrust; Verh. Dtsch. Orthop. Ges. S.140, (1957) Bd.88.
46. Woillez: Rap. Soc. med. fl. hop. March. vol.28, (1860).

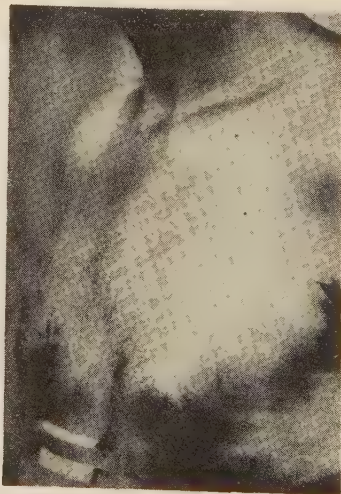


Metallbügel zur Fixierung des Sternums
nach der operativen Reposition.

Fall 2: L.H.



vor der Operation



sofort nach der Operation

Fall 3: W.L.



vor der Operation



sofort nach der Operation



Nachuntersuchung

Fall 8: L.E.

Röntgen seitlich



vor der Operation



nach der Operation



Nachuntersuchung

Fall 10: S.I.

Röntgen seitlich



vor der Operation



nach der Operation



Nachuntersuchung

Fall 17: H.H.

Röntgen seitlich



vor der Operation



nach der Operation



Nachuntersuchung

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Allgemein literarischer Teil	1 - 27
Geschichte	1
Definition, Häufigkeit und Verteilung auf die Geschlechter	2
Ätiologie	3
Diagnostik der Trichterbrust und klinisches Bild	8
A. Anamnese	9
1. Familienanamnese	9
2. Eigenanamnese	10
B. Befund	11
1. Allgemeinbefund und äußere Erscheinung	11
2. Thorax- und Trichterform einschließlich Messung der Trichtertiefe	11
3. Herzbefund	15
4. Lungenbefund	17
5. Laborbefunde	17
Therapie	18
Operationsmethoden	21
Komplikationen	25
Postoperative Klinikbehandlung und Nachbehandlung ...	26
II. Überblick und Besprechung der Fälle der Chirurgischen Universitätsklinik München	28 - 56
Anamnese	28
Beschwerden	31
Das äußere Erscheinungsbild	35
Röntgen	36
Auskultation und Perkussion	39
Vorbereitung	40
Laborbefunde	41
Operation	41
Komplikationen	42
Verlauf	42
Vorläufige Ergebnisse unmittelbar nach der Operation	44
Ergebnisse der Nachuntersuchung	47
Zwischenanamnese	48
Das äußere Erscheinungsbild	49
Thorax- und Trichterform	50
Herzbefund	51
Lungenbefund	51
Röntgenbefund	51
Elektrokardiogramm	52
Laborbefunde	52
Endgültige Ergebnisse der operativen Behandlung	52
III. Diskussion und Schlußfolgerungen aus den Untersuchungs- ergebnissen	57
IV. Zusammenfassung	61
V. Lebenslauf	62
VI. Literaturverzeichnis	63
VII. Bildteil	66 - 70

